

## **CcASPAR**

Klimaat in Vlaanderen  
als ruimtelijke uitdaging



# **CcASPAR**

Klimaat in Vlaanderen  
als ruimtelijke uitdaging

## COLOFON

### Kernwoorden

ruimtelijke structuren, verandering in ruimtelijke structuren, Vlaanderen, socio-ecologische verandering, ruimtelijk beleid, klimaatverandering, ruimtelijke adaptatiemaatregelen, klimaatadaptatie, Kempen, Kust, ontwerpend onderzoek, landschaps-ecologisch systeem, veerkracht.

ISBN 978 90 382 2040 6

D/2012/4804/266

U 1915

NUR1 740

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De auteurs en de uitgever hebben getracht alle rechthebbenden op copyright van de illustraties in deze publicatie te bereiken. In de meeste gevallen zijn zij daar ook in geslaagd. De rechthebbenden die zouden vaststellen dat buiten hun medeweten illustraties gereproduceerd werden, worden verzocht contact op te nemen met de uitgever.

De Raad van Bestuur van het Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie IWT-Vlaanderen, nam op 18 juli 2008 een positieve beslissing voor de financiering van het project CcASPAR in het kader van het zgn. strategisch basisonderzoek (SBO). Het onderzoek ging van start op 1 januari 2009 voor een periode van vier jaar. Het is het eerste basisonderzoek in Vlaanderen dat de effecten bekijkt van klimaatverandering op de ruimtelijke ontwikkeling in Vlaanderen.

CcASPAR (*Climate change And Changes in SPAtial structures in Flanders*) is een samenwerkingsovereenkomst tussen vier universiteiten (Universiteit Gent, Universiteit Antwerpen, Katholieke Universiteit Leuven en Vrije Universiteit Amsterdam), een hogeschool (Hogeschool Gent) en een ruimtelijk ontwerp bureau (Omgeving). Het SBO-project verwierf een budget van iets meer dan 1,5 miljoen euro voor vier jaar studie.

**CcASPAR**

CLIMATE CHANGE AND CHANGES IN SPATIAL STRUCTURES  
RESEARCH PROJECT

Project gefinancierd door:



agentschap voor innovatie  
door Wetenschap en Technologie

Project in samenwerking met:



**Bijdragen van**

Georges Allaert, Jeroen Aerts, Laurens Bouwer, Björn Bracke, Hans De Moel, Renaat De Sutter, Jeroen De Waegemaeker, Valerie Dewaelheyne, Pieter Foré, Hubert Gulinck, Ruchita Ingle, Elco Koks, Clenn Kustermans, Sally Lierman, Jan Staes, Tim Van Beveren, Veerle Van Eetvelde, Sylvie Van Damme, Pieter Van den Broeck, David Verhoestraete, Björn Verhofstede, Ook Hans Leinfelder, Ann Pisman, Christine Van Roste, Rebekka Dossche, Frederic Stragier, Lien Dupont, Marc Antrop, Peter Peeters, Filip Lagiewka, Erik Koomen, Guy Vloebergh, Jasper Dekkers, Lieven Symons, Karel Van den Berghe, Kevin Gieten, William Vleugels en Luc Wallays hebben in het verleden een bijdrage geleverd.

**Kernredactie**

Hubert Gulinck, Sally Lierman, Sylvie Van Damme, Pieter Van den Broeck, Veerle Van Eetvelde

**Nalezing**

Georges Allaert en Patrick Meire

**Lay-out en tekstcoördinatie**

Sally Lierman

**Een uitgave van**

© Academia Press

Eekhout 2

9000 Gent

Tel. 09/233 80 88

Fax 09/233 14 09

Info@academiapress.be    www.academiapress.be



<b>Een woord van dank</b>	<b>XIII</b>
<b>Inleidend kader</b>	<b>XV</b>
De context van het project CcASPAR	XV
Projectomschrijving	XVI
<i>Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksaanpak</i>	XVII
<i>Valorisatiedoelstellingen en -acties</i>	XVIII
CcASPAR als leerproces voor een nieuwe ruimtelijke strategie	XX
Leeswijzer	XXI
 <b>DEEL I DE VLAAMSE RUIMTELIJKE STRUCTUUR IN HET KLIMAATDISCOURS</b>	 <b>1</b>
<b>Hoofdstuk 1 Enkele begrippen gekaderd</b>	<b>3</b>
1.1 Adaptatie en mitigatie	3
1.2 Veerkracht	5
1.3 Variatie en extremen	7
<b>Hoofdstuk 2 Een onderzoekskader voor complexe vraagstukken</b>	<b>9</b>
<b>Hoofdstuk 3 Aanpassing aan wat? Klimaatverandering en socio-economische projecties voor Vlaanderen</b>	<b>13</b>
3.1 Klimaatverandering op mondiaal niveau	14
3.1.1 <i>De mondiale 2°C doelstelling</i>	14
3.1.2 <i>Klimaatverandering en impacten op mondiaal niveau</i>	15
3.2 Klimaatverandering op Vlaams niveau	20
3.3 Socio-economische projecties voor Vlaanderen	22
3.4 Enkele belangrijke impacten van klimaatverandering voor Vlaanderen	28
<b>Hoofdstuk 4 Wie of wat past zich aan? Opbouw en gevoeligheid van een landschapsecologisch systeem</b>	<b>34</b>
4.1 Opbouw van het landschapsecologisch systeem: landschap en relatie met mens en natuur	34
4.2 Natuur en landschap geschetst in hun Vlaamse beleidscontext	37
4.2.1 <i>Natuurstructuren in een beleidsmatig kader</i>	37
4.2.2 <i>Landschappelijk erfgoed in een beleidsmatig kader</i>	40
4.3 Landschapskarakterisatie als gebiedsdekkende typologie van de Vlaamse ruimte	44
4.4 Relatie tussen de landschapstypes en scenario's van landgebruik op basis van socio-economische projecties	50
4.4.1 <i>Bespreking kaarten scenario's per km<sup>2</sup></i>	51

4.4.2	<i>Bespreking kaarten scenario's per landschapstype</i>	54
4.4.3	<i>Gevalstudie toekomstscenario's landgebruik voor ankerplaatsen: casus Dendervallei en omgeving</i>	57
4.4.4	<i>Besluit</i>	62
4.5	Gevoeligheid in relatie tot klimaatverandering	63
4.5.1	<i>Inleiding</i>	63
4.5.2	<i>Algemene gevoeligheid voor waterschaarste</i>	65
4.5.3	<i>Gevoeligheid voor het stedelijk hitte-eilandeffect</i>	77
4.5.4	<i>Gevoeligheid voor biodiversiteitsverlies</i>	86
4.6	Minder kwetsbaar worden	92

## **DEEL II ONTWERPEND ONDERZOEK 97**

<b>Inleiding</b>	<b>99</b>
<b>Ontwerpend onderzoek binnen de klimaatvraagstukken van Kempen en Kust</b>	<b>99</b>
<i>Casus Kempen</i>	100
<i>Casus Kust</i>	100

## **A DE KEMPEN 101**

VIII

<b>Hoofdstuk 5</b>	<b>De aanpasbaarheid van de Kempen: een terugblik</b>	<b>103</b>
5.1	Een unieke streek in Vlaanderen	103
5.2	De traditionele Kempen (pre-1850)	104
5.3	Grote infrastructuur (1850-1945)	107
5.4	Sociale en economische expansie (1945-1962)	108
5.5	Grote spelers industrie, landbouw en grondeigenaars, eerste milieureacties (1962-1978)	108
5.6	Einde van het Fordisme, verdergaande ruimteconsumptie, milieu- en natuurbeleid (1979-1990)	109
5.7	Natuurontwikkeling, ruimtelijke ordening en streekontwikkeling (1991-1999)	111
5.8	Zoeken naar duurzame ontwikkeling, economische groei en rechtszekerheid (1999-2012)	112
<b>Hoofdstuk 6</b>	<b>Klimaatuitdagingen voor de Zuiderkempen</b>	<b>114</b>
6.1	Water dragen naar Vlaanderen	114
6.2	Over warme temperaturen en brandgevoeligheid	116
6.3	Kempen, een klimaatbuffer voor Vlaanderen?	120
<b>Hoofdstuk 7</b>	<b>Klimaat en identiteit in de Kempen</b>	<b>121</b>
7.1	Regionale identiteit van de Kempen	121
7.1.1	<i>De Kempense naaldbossen</i>	121
7.1.2	<i>Heide</i>	122
7.1.3	<i>Infrastructuur</i>	123



7.2	Landschap van de Grote Nete rond Geel-Bel	123
7.2.1	<i>Vallei van de Grote Nete</i>	123
7.2.2	<i>Geel-Bel</i>	124
7.2.3	<i>De Belse es: het ‘Bels Veld’</i>	124
7.2.4	<i>Stuifduinen en vennen</i>	125
7.2.5	<i>Belse heide</i>	126
7.3	Landschapsverandering als proces	126
<b>Hoofdstuk 8</b>	<b>Naar een klimaatbestendig Kempen</b>	<b>127</b>
8.1	Van CASCO naar CcASCO: TWO Structure Landscape	127
8.2	‘Het Waterrijk Kempen’	128
8.2.1	<i>Watersysteemgebaseerde planning</i>	129
8.2.2	<i>Concepten in het Waterrijk-Kempen</i>	132
8.2.3	<i>Landbouw op plaggenbodems, beemden en duinpannen</i>	133
8.2.4	<i>De Grote Nete als structuurdragende natte natuur</i>	135
8.2.5	<i>Landduinen: over water en vuur</i>	136
8.2.6	<i>Nieuwe meenten en het tuincomplex: collectief werken aan klimaatadaptatie</i>	137
8.3	‘Two Structure Landscape’ in twee concepten	141
<b>Hoofdstuk 9</b>	<b>Lessen vanuit de Kempen</b>	<b>143</b>
<b>B DE KUST</b>		<b>145</b>
<b>Hoofdstuk 10</b>	<b>Inleiding - Ontwerpend onderzoek kustgebied</b>	<b>147</b>
10.1	Een kwetsbare kust?	147
10.2	Kwetsbaarheid als resultaat van het natuurlijk en maatschappelijk subsysteem	148
10.3	Drie gebiedsdelen voor het CcASPAR-project	149
<b>Hoofdstuk 11</b>	<b>Naar een geresponsabiliseerd en klimaatbestendig waterbeheer in de Westhoek</b>	<b>151</b>
11.1	De Westhoek, een landschap in verandering	152
11.1.1	<i>Historisch divers waterlandschap</i>	152
11.1.2	<i>Intensivering van de landbouw</i>	153
11.1.3	<i>Burgers en niet-agrarische ondernemers op het platteland</i>	154
11.2	Klimaatgerelateerde effecten op het watersysteem	154
11.2.1	<i>Wateroverlast</i>	155
11.2.2	<i>Verdroging</i>	158
11.3	Een geresponsabiliseerd en gebiedsgedifferentieerd waterbeheer	159
11.3.1	<i>Een veerkrachtig watersysteem</i>	159
11.3.2	<i>Responsabilisering</i>	163
11.3.3	<i>Worstcasescenario’s</i>	164

<b>Hoofdstuk 12</b>	<b>Een gecompartmenteerde kuststrook als raamwerk voor technische en ruimtelijke adaptatiemaatregelen</b>	<b>166</b>
12.1	Van duinenlandschap naar Atlantic Wall	166
12.2	Klimaatproblematiek? Meer dan superstormen!	168
12.3	Een kritische kijk op bestaande klimaatplannen	168
12.3.1	<i>De plannen voor de Vlaamse kust in een internationaal perspectief</i>	168
12.3.2	<i>Het masterplan Kustveiligheid</i>	169
12.4	Het compartimenteren van de kuststrook	171
12.4.1	<i>Het compartimenteren stelt de huidige kustlijn lokaal in vraag</i>	171
12.4.2	<i>De gecompartmenteerde kuststrook als flexibel kader</i>	172
12.4.3	<i>Het inzetten van de oude infrastructuur in het kustgebied</i>	176
12.4.4	<i>Een herschaling van de klimaatproblematiek</i>	176
12.5	Concepten voor een brede kust	179
12.6	Een casus: Middelkerke – Oostende – Bredene	180
12.6.1	<i>De rol van een casusstudie</i>	180
12.6.2	<i>Scenario 1: aanhoudende regen in het achterland (winter)</i>	180
12.6.3	<i>Scenario 2: langdurige droogte in de kust en het achterland (zomer)</i>	182
12.6.4	<i>Scenario 3: plotse calamiteit en het opvangen van een superstorm op zee</i>	183
12.7	De roep naar een doordachte visie voor de Vlaamse kust	186

X

<b>Hoofdstuk 13</b>	<b>De Vlakte van de Raan: naar een integrale benadering van klimaatadaptatie en duurzame ontwikkeling</b>	<b>188</b>
13.1	Zoeken in zee?	188
13.2	Een strategisch gelegen Vlakte van de Raan	188
13.2.1	<i>Klimaatgerelateerde problemen</i>	188
13.2.2	<i>Ontwikkelingen in zee</i>	190
13.3	Een scenario voor de toekomst	192
13.4	Reflecties voor een breed debat	194
	<b>Collectieve slotsom</b>	<b>196</b>
	Meervoudige (klimaat-)problematiek, meervoudige (klimaat-)aanpak	196
	Omgaan met onzekerheden	196
	Landschap als leidraad	197
	Klimaatadaptatie als integrale en duurzame gebiedsontwikkeling	198
	Ontwerpend onderzoek als proces	198

## **DEEL III KLIMAAT ALS BELEIDSUITDAGING** **201**

<b>Hoofdstuk 14</b>	<b>De ‘governance’ van klimaatverandering</b>	<b>203</b>
14.1	Ruimtelijk beleid, onderdeel van een ruime socio-ecologische dynamiek	203
14.2	Institutionalistische benadering	203
14.3	Leeswijzer	205

<b>Hoofdstuk 15</b>	<b>Klimaatverandering op de internationale agenda</b>	<b>206</b>
15.1	Inleiding	206
15.2	Klimaat op de wereldagenda: een korte ontwikkelingsschets	206
15.3	Moeizame reactie van nationale en regionale overheden op de klimaatproblematiek	207
15.4	Besluit	210
<b>Hoofdstuk 16</b>	<b>Klimaat en ruimtelijk beleid in Vlaanderen</b>	<b>211</b>
16.1	Analyse van de socio-ecologische dynamiek in Vlaanderen na 1945	211
16.1.1	<i>Planning voor socio-economische expansie en eigen woningbezit (1945-1962)</i>	211
16.1.2	<i>Planning voor infrastructuur, schaalvergroting en verkavelingen (1962-1972)</i>	212
16.1.3	<i>Opkomst van de milieubeweging versus individuele ruimteclaims (1973-1983)</i>	213
16.1.4	<i>Opkomend neoliberalisme, consumptie van de open ruimte en institutionalisering van het milieubeleid (1983-1991)</i>	215
16.1.5	<i>Opkomst van de structuurplanning als geïntegreerde vorm van planning (1991-1999)</i>	216
16.1.6	<i>Ecologische modernisering versus klimaatcrisis, transitiedenken en landschapsontwikkeling (1999 - heden)</i>	217
16.2	Besluit	222
16.2.1	<i>Drie concurrerende klimaatadaptatiestrategieën</i>	222
16.2.2	<i>Dominantie van het discours ‘ecologische modernisering’</i>	223
16.2.3	<i>Beperkte rol van ruimtelijk beleid in het klimaatdebat</i>	223
<b>Hoofdstuk 17</b>	<b>Bouwstenen voor een klimaatbestendig ruimtelijk beleid</b>	<b>224</b>
17.1	Een veerkrachtig fysisch systeem	224
17.2	Ruimtelijke planning voor een socio-ecologische transitie	226
17.2.1	<i>Voorbij de ‘ecologische modernisering’?</i>	226
17.2.2	<i>Klimaat(on)gelijkheid als sociale dimensie</i>	227
17.2.3	<i>Activeren van lokale actoren</i>	227
17.2.4	<i>Nood aan collectieve strategieën</i>	228
17.3	Vernieuwing van planmethoden en instrumenten	229
17.3.1	<i>Verder bouwen op bestaande instrumenten en projecten</i>	229
17.3.2	<i>Ruimtelijke planning voor nieuwe ruimtelijke uitdagingen</i>	231
17.3.3	<i>Ruimtelijke plannen afstemmen op onzekerheden</i>	234
17.3.4	<i>Ontwerpend onderzoek</i>	236
17.3.5	<i>Inter-, multi- en transdisciplinaire aanpak en kennisopbouw</i>	237
17.4	Fysiek defragmenteren	238
17.5	Beleidsmatig integreren	239
17.5.1	<i>Beleidsvelden koppelen en fragmentatie overstijgen</i>	239
17.5.2	<i>Klimaatverandering aanpakken op de juiste schaal</i>	240

<b>BESLUIT</b>	<b>243</b>
Klimaatadaptatie is gebiedsgericht maatwerk	245
Klimaatadaptatie als herinrichtingsopgave	246
Het ruimtelijke gezag van de fysieke structuur	247
De kracht van groenstructuren	248
Meer zuurstof voor de stad	250
Socio-ecologische transitie en nieuwe collectieve adaptatiestrategieën	251
Klimaatverandering, beleidsverandering!	252
<b>LIJST FIGUREN</b>	<b>255</b>
<b>VALORISATIERAPPORTEN</b>	<b>265</b>
<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>269</b>

## Gebruikersgroep

**Benelux:** Secretariaat-Generaal Benelux Economische Unie (Peter Janssens)

**Vlaamse Overheid:** Departement Diensten voor het Algemeen Regeringsbeleid (Oda Walpot), Departement Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed (Jan Zaman, Charlotte Geldof), Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (Axel Verachtert, Johan Bogaert, Maarten van Leest), Agentschap voor Natuur en Bos (Nele Hardies), Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed (Aukje de Haan), Vlaamse Landmaatschappij (Jeroen Reyniers, Peter Vleugels, Bert Barla), Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (Geert De Blust), Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (Stefaan Gysens, Antoine Descamps, Tina Mertens), Agentschap Ondernemen (Eline Horemans)

**Provincies:** West-Vlaanderen - Dienst Ruimtelijke Planning (Stephaan Barbey), Antwerpen - Departement Ruimtelijke Ordening en Mobiliteit (Wim Lux), Antwerpen - Departement Leefmilieu (Lieve Janssens), IOK (Stijn Sneyers), Limburg, Directie Ruimte (Kristien Lefeber), Coördinatiepunt Duurzaam Kustbeheer (Hannelore Maelfait, Kathy Belpaeme)

**Gemeenten:** VVSG (Xavier Buijs), Stad Gent - Milieudienst (Jan Schoupe, Maaike Breugelmans) en Dienst Stedenbouw en Ruimtelijke Planning (Simon Verledens), Haven Oostende - Autonoom Gemeentebedrijf (Paul Gerard)

**Ontwerp- en onderzoeksbureaus:** West-Vlaamse Intercommunale (Dirk Verté), Grontmij Vlaanderen NV (Rik Houthaeve), Arcadis (Paul Vanhaecke), SumResearch (Patrick Maes), Deme (Tomas Sterckx), Universiteit Leuven - Onderzoekseenheid Stedenbouw en Architectuur (Isabelle Putseys)

**Anderen:** Vereniging Leraars Aardrijkskunde (Luc Zwartjes), Natuurpunt (Jasmin Lauwaert), Westtoer (Magda Monballyu), Universiteit Antwerpen - TechTransfer (Ann Aerts), Universiteit Gent - TechTransfer (Karen Curé)

## Een woord van dank

Wetenschappelijk onderzoek is doorgaans het resultaat van de gedrevenheid van een team onderzoekers. Zo ook kunnen we CcASPAR ongetwijfeld hierin situeren. Mijn dank gaat naar alle onderzoekers van het CcASPAR-team voor de inspirerende discussies tijdens de talrijke werkvergaderingen.

Ook de leden van de gebruikersgroep hebben inspiratie geleverd aan de onderzoeken van het CcASPAR-team. Sta mij toe hen hier persoonlijk te danken voor hun medewerking.

Het voorliggende werkstuk was daarenboven enkel mogelijk dankzij de inzet van een kernredactie. Bedankt Sally, Sylvie, Hubert, Pieter en Veerle voor het redactioneel werk en Patrick voor de finale nalezing.

Ook verdient Academia Press en in het bijzonder Peter Laroy een pluim voor het puik drukwerk. En ten slotte gaat mijn dank naar de IWT-directie en inzonderheid Paul Schreurs voor de administratieve gesprekken waardoor een correcte uitvoering van het project mogelijk was.

Promotor-Coördinator CcASPAR,  
Georges Allaert

IWT-SBO 2009-2012  
Gent, 31 oktober 2012



# Inleidend kader

*Promotor-Coördinator Georges Allaert*

## De context van het project CcASPAR

Er gaat geen week voorbij of er wordt hier en daar lokaal, regionaal en mondiaal een debat gevoerd over de maatschappelijke gevolgen van de wijzigingen van het klimaat. Vooral in het laatste decennium is de belangstelling hiervoor in Vlaanderen in een stroomversnelling gekomen. Strategisch gericht basisonderzoek (wetenschappelijk en maatschappelijk) over deze thematiek heeft pas op het einde van het eerste decennium van de 21<sup>ste</sup> eeuw aandacht gekregen in Vlaanderen. Het IWT nam in 2008 het initiatief om de ruimtelijke gevolgen van de klimaatwijzigingen in Vlaanderen te bekijken. Dit project is sindsdien beter bekend onder het acroniem CcASPAR (zie colofon) en ging van start op 1 januari 2009.

Het onderzoek is maatschappelijk bijzonder actueel omdat klimaatverandering tal van sociale, economische en ecologische effecten genereert. Ook de impact op ruimtegebruik, -belasting, -verandering is daarbij prominent aanwezig. De temperatuur en de zeespiegel stijgen en daarenboven veranderen de neerslagpatronen en de rivierafvoeren. De vraag is dan ook hoe Vlaanderen zich het beste kan aanpassen aan de klimaatverandering. Dit is het adaptatievraagstuk waar dit project - vanuit de ruimtelijke dynamiek - op ingaat.

De opgaven waar de Vlaamse overheid en de maatschappij voor staan en waarvoor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie ontwikkeld moet worden zijn: het beschermen van Vlaanderen tegen een groeiend aantal overstromingen en het blijvend beschikbaar houden van voldoende zoetwater in periodes van droogte. Daarenboven moeten onze kwetsbare structuren worden beschermd. Deze kwetsbaarheid gaat onder meer uit naar onze havens, onze steden en ons transportsysteem, maar ook naar drinkwatervoorziening, natuur en landbouw.

In Vlaanderen vormen waterproblemen, verdroging en stormschade de kernproblematiek van de klimaatschokken. We moeten dan ook in Vlaanderen een versnelling hoger schakelen om de ongewenste gevolgen van de verwachte veranderingen te vermijden of te reduceren. Sinds 2000 is bijvoorbeeld het aantal waterrampen sterk gestegen in vergelijking met het vorige decennium (de jaren 1990). Door de klimaatverandering



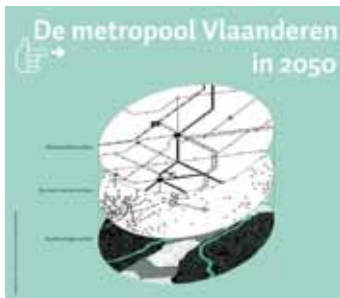
*Figuur 1 Sing for the Climate, Nic Balthazar, Sint-Pietersplein Gent, 22 september 2012*



*Figuur 2 Hurricane Katharina, New Orleans, Ray Nagin. Presentatie Congres 'Superstormen en hoe ons te beschermen', Casino Kursaal Oostende, 13 oktober 2012*



Figuur 3 Groenboek van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (Departement RWO, 2012)



Figuur 4 Groenboek van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. De drie strategische lijnen, waaronder veerkrachtige ruimte (Departement RWO, 2012)

zullen we nog meer met plaatselijke hevige regenval te maken krijgen. In Noordwest-Europa schat men dat er tegen 2080 tot 40% meer neerslag zal vallen. Actie en doortastendheid van de verschillende overheden inzake beheersbaarheid van ons watersysteem zullen meer en meer aan de orde zijn. Het zal daarbij gaan om publiek-private investeringen voor de (her)inrichting van onze rivier- en kustlandschappen. Een doordacht ruimtelijk ordeningsbeleid vormt hierbij de noodzakelijke sleutel voor een duurzame ontwikkeling. Deze boodschap is ook kernachtig opgenomen in het Groenboek voor het nieuw ruimtelijk plan voor Vlaanderen: “Vlaanderen in 2050: mensenmaat in een metropool” (mei 2012). In dit Groenboek vormt “veerkrachtige ruimte” één van de drie krachtlijnen van de nieuwe ruimtelijke visie, waarbij gesteld wordt dat “we in Vlaanderen de ruimtelijke veerkracht willen vertalen om minder kwetsbaar te zijn voor de gevolgen van klimaatverandering” (Departement RWO, 2012). De verdere doorzetting van klimaatverandering in Vlaanderen (stijging van gemiddelde zomer- en wintertemperatuur, toename van hittegolven, stijging van de Noordzeespiegel, sterke variatie in neerslagperiodes en -intensiteit met meer frequentere periodes van overstroming en van droogte) zal een ruimtelijke doorwerking kennen naar landbouw, landschap en natuur en naar de verdere uitbouw van onze nederzettings- en economische structuren.

Klimaatverandering kan een katalysator zijn voor een meer duurzaam gebruik van onze schaarse ruimte in Vlaanderen. In de wetenschappelijke wereld groeit de overtuiging dat we de klimaatverandering moeten aangrijpen als een kans om een nieuwe weg in te slaan. Zeker in het domein van de ruimtelijke planning moeten we deze opportuniteit aangrijpen (Allaert, 2010). De uitdaging ligt daarbij ook op het creëren van een maatschappelijk draagvlak voor ruimtelijke adaptatie aan klimaatverandering, waarbij de focus uitgaat naar de maatschappelijke en economische toegevoegde waarde in plaats van te focussen op het gevaar, de dreiging en de negatieve gevolgen van klimaatverandering. Het CcASPAR-team heeft vanuit deze positieve uitgangshouding het strategisch basisonderzoek uitgewerkt (Rammeloo, 2012).

## Projectomschrijving

Klimaatverandering zal een impact hebben op de manier waarop de Vlaamse samenleving haar ruimtegebruik in de toekomst zal organiseren. In plaats van de ogen hiervoor te sluiten, is het tijd om strategieën te ontwikkelen die anticiperen op mogelijke effecten van klimaatverandering of – met andere woorden – om nieuwe investeringen in ruimtelijke ontwikkelingen



te onderzoeken en hoe deze voldoende klimaatbestendig kunnen worden gemaakt. De maatschappelijke meerwaarde van het onderzoeksproject bestaat er dan ook in de vraag te beantwoorden hoe historisch gegroeide ruimtelijke structuren in de Vlaamse samenleving aangepast moeten worden in relatie tot de toenemende effecten van klimaatverandering.

### Wetenschappelijke doelstellingen en onderzoeksaanpak

De wetenschappelijke doelstellingen van het onderzoeksproject worden als volgt omschreven:

- Een verkenning van de Vlaamse ruimtelijke structuren en het definiëren en situeren van de meest kwetsbare gebieden als gevolg van klimaatwijzigingen;
- Een kwalitatieve verkenning door middel van ontwerpend onderzoek van mogelijke planningsconcepten voor een meer adaptieve benadering van veranderingen in ruimtelijke structuren ten gevolge van klimaatverandering;
- Een evaluatie en waardering van bestaande planningsinstrumenten en bestuurskundige mechanismen voor de implementatie van ruimtelijke planningsstrategieën in relatie tot klimaatverandering.

De onderzoeksaanpak verliep via werkpakketten:

Werkpakket 1 analyseerde de ruimtelijke impact van verschillende scenario's met betrekking tot klimaatverandering in Vlaanderen.

In werkpakketten 2, 3 en 4 werd de geografisch gedifferentieerde impact bekeken van klimaatveranderingseffecten voor verschillende ruimtelijke (deel)structuren: de natuurlijke structuur, de landschappelijke structuur en de ruimtelijke structuren van menselijke activiteiten. Vooreerst werd een relevante typologie uitgewerkt voor elementen uit deze ruimtelijke deelstructuren in relatie tot klimaatverandering, vervolgens de gevoeligheid van deze elementen voor klimaatverandering ingeschat en tenslotte adaptatiestrategieën ontwikkeld die de effecten van klimaatverandering op deze ruimtelijke deelstructuren milderen.

De gegevens van de eerste vier werkpakketten werden bijeengebracht in twee casussen in werkpakket 5, namelijk de kustzone en het gebied van de Kempen. Deze keuze is logisch vanuit de twee grote uitdagingen nl. de zeespiegelstijging, waarbij de Kust vooral in beeld komt, en de verdrogingsproblematiek die zich het sterkst laat voelen op zandgronden waarvoor de Kempen een interessante casus is. Door middel van ontwerpend onderzoek werden ruimtelijke planningsconcepten geformuleerd voor duurzame adaptatie van ruimtelijke structuren in relatie tot de effecten van klimaatverandering. Deze concepten werden gedefinieerd op meso- (regionale) en micro- (lokale) schaal.

Tenslotte werden in pakket 6 beleidsaanbevelingen geformuleerd met betrekking tot ruimtelijke adaptatiestrategieën in relatie tot klimaatverandering, in het bijzonder op de meso- (regionale/provinciale) en micro- (lokale) schaal. Niet alleen werd de bestaande institutionele context bekeken maar werd ook een context geschetst voor een vernieuwde en nieuwe beleidsaanpak. Deze analyse en de bevindingen van de vijf andere werkpakketten resulteerden in aanbevelingen met betrekking tot beleidsinstrumenten en governance-technieken relevant binnen de Vlaamse samenleving.

### Valorisatiedoelstellingen en -acties

Aangezien het onderzoeksproject een maatschappelijk valorisatieperspectief heeft, is het valorisatiepotentieel vooral gesitueerd op het vlak van beleidsvoorbereiding op verschillende bestuursniveaus in Vlaanderen. De resultaten zijn vooral interessant voor het ruimtelijk planningsbeleid binnen het in 2012 opgestart planproces voor het BRV (Beleidsplan Ruimte Vlaanderen 2020-2050). Ook heel wat andere nauw verwante beleidsvelden die betrekking hebben op functies en activiteiten met een ruimtelijke dimensie, kunnen putten uit de resultaten van CcASPAR. Voorbeelden hiervan zijn ruimtelijk-economische ontwikkeling, duurzame ontwikkeling, milieubeheer, landschapsbehoud en -ontwikkeling, onroerend erfgoed, natuurbehoud en -ontwikkeling. Heel wat van deze beleidsvelden ontwikkelen reeds strategisch en/of toegepast beleidsvoorbereidend onderzoek naar specifieke aspecten van klimaatverandering, maar vaak niet in relatie tot andere beleidsdomeinen. De ruimtelijke planning kan een ruimtelijk integratiekader aanbieden voor adaptatiemaatregelen die betrekking hebben op verschillende beleidsvelden. Dit wordt weerspiegeld in het grote aantal en het uiteenlopende karakter van stakeholders op het Vlaamse bestuursniveau die hun interesse hebben getoond en actief hebben meegewerkt binnen het gebruikerscomité van het onderzoeksproject.

Het voorliggend boek moet gezien worden als een geconcentreerde verzameling van essays, neergeschreven door een interdisciplinaire groep van onderzoekers met een planologische betrokkenheid. Op die manier kan niet alleen naar het boek, maar ook naar de diverse essays verwezen worden. Het boek is niet geschreven door klimatologen en we vinden er ook geen echte socio-ecologische invalshoek in. Het boek moet worden opgevat als een wetenschappelijk raamwerk voor het ruimtelijk beleid in Vlaanderen. Dit was trouwens ook een basisdoelstelling voor dit onderzoek. Voor wetenschappelijke diepgang verwijzen we naar de verschillende valorisatierapporten (opgelijst op het einde van dit boek) die gedurende vier jaar werden opgemaakt door het CcASPAR-team.

Ook andere beleidsdomeinen en beleidsplannen zullen in het boek inspiratie vinden. We denken dan hierbij aan het Vlaams Klimaatadaptatieplan, het Vlaams Integraal Waterbeleid, het Vlaams Beleid Duurzame Ontwikkeling, enz. Daarenboven is gaandeweg binnen CcASPAR aangetoond dat ontwerpend onderzoek een bijzondere waardevolle bijdrage levert om in discussie te gaan met de vele gebruikers (actoren) van de ruimte die een sleutelpositie innemen in het transitiepad naar meer klimaatbestendige plekken. Op dezelfde manier zien we trouwens een soortgelijke benadering in de studie Metropolitaan Kustlandschap 2100 van de Vlaamse Bouwmeester (2012) en groeit ook binnen het Masterplan Vlaamse Baaien een onderbouwing van ruimtelijk ontwerpend onderzoek. Inspirerende verhalen over kust, natuur en ruimte voor ontwikkeling op lange termijn zijn onontbeerlijk voor een duurzame aanpak naar een klimaatbestendig Vlaanderen.

Ten slotte willen we vermelden dat de partners van het onderzoeksnetwerk een grote inspanning hebben geleverd om ander valorisatiepotentieel dan louter beleidsvoorbereiding te vinden zoals educatieve en academische resultaten. Bovendien heeft de integrerende ruimtelijke adaptatiestrategie ook perspectieven geopend voor een voortzetting in strategische en toegepaste/beleidsvoorbereidende onderzoeksprojecten, vooral gefinancierd door overheidsinstellingen op verschillende bestuursniveaus. Verschillende beleidsvelden werken vandaag aan strategische onderzoeksprojecten die de gevolgen van het project voor het eigen beleidsveld analyseren. De bevindingen van het CcASPAR-project worden gerelateerd aan andere dan ruimtelijke aspecten zoals economische, ecologische, culturele en sociale aspecten.

XIX

Een belangrijk educatieve valorisatieactie is de CcASPAR-Atlas. Aangezien de effecten van klimaatverandering in het dagelijkse leven vooral zullen worden ondervonden door de volgende generaties, is het belangrijk zich net op deze groepen te richten via sensibilisering en educatieve programma's. Met de ondersteuning van de Vereniging van Leraars Aardrijkskunde VLA - lid van het gebruikerscomité - is een concept voor een atlas over de ruimtelijke effecten van klimaatverandering en een interactief didactisch model voor de inschatting van ruimtelijke effecten van klimaatverandering in Vlaanderen opgebouwd.

## **CcASPAR als leerproces voor een nieuwe ruimtelijke strategie**

Vertrekkend van het algemeen kader waarbij de onderzoekseenheden vooral oog hadden voor een objectieve afbakening en invulling van het te onderzoeken werkpakket is gaandeweg gebleken dat theoretische concepten enkel zinvol zijn als deze vanuit een horizontale en integrale praktijksituatie worden opgebouwd. Vandaar ook dat de disciplinaire toenaderingen zich hebben kunnen voltrekken dankzij de ruimtelijke ontwerp oefeningen binnen de twee casussen, de Kust en de Kempen.

Dit opent perspectieven om doelgroepen ook op dit niveau (het niveau van het ruimtelijk ontwerpen) te betrekken op lokaal (gemeentelijk/lokaal) niveau en op regionaal niveau (Vlaanderen). Grote discoursen moeten immers in de publieke fora vorm krijgen. Er liggen heel wat ruimtelijke (ontwerp-)opgaven voor het grijpen, zowel in een stedelijke als in een landelijke context. In beide casussen (de Kust en de Kempen) worden bouwstenen aangereikt voor verdere discoursen zoals het herinrichten van het stedelijk gebied en de kleine kernen, het vergroten (robuust maken) van klimaatbestendige open ruimten en het beheersen van wateroverlast, waterschaarste, hittestress en gezondheid.

Een belangrijke bemerking hierbij is dat de verspreide bebouwing en de versnipperde ruimte in Vlaanderen een minpunt vormen bij de noodzakelijke omschakeling naar een veerkrachtige ruimte die de gevolgen van klimaatverandering kan opvangen. Ondanks deze moeilijkheid is een omschakeling naar een meer veerkrachtige ruimte goed in beeld gebracht voor Kust en Kempen. Hieruit onthouden we dat beide voorbeelden aantonen dat we in Vlaanderen moeten gaan naar het implementeren van ruimtelijke strategieën op niveau van gebiedsontwikkelingen en een gebiedsgerichte werking. Het klimaatverhaal aan de Kust is anders dan in de Kempen. Dit behelst ook een diagonaal ruimtelijk beleid en een mobilisering van publieke en private kapitalen, investeerders en de gebruikers van onze ruimte. Het onderzoeksteam hoopt dat de beleidsaanbevelingen een kader kunnen zijn voor beleidsverandering en verder wetenschappelijk onderzoek.

Inzake verder wetenschappelijk onderzoek zien we de noodzaak om het ruimtelijk functioneren tegen de achtergrond van de klimaatverandering beter te doorgronden, vooral dan de implementaties naar vernieuwingen van onze nederzettingsstructuur en de hiermee gepaard gaande sociale en economische aspecten: woningbouw, energievoorziening, economische ontwikkelingen en mobiliteit. Het uitzetten van een transitiepad moet daarbij samen gaan met het doorrekenen van maatschappelijke kosten en baten, zodat iedereen ervoor gaat met het besef dat deze transitie ook voor Vlaanderen onvermijdelijk is.

## Leeswijzer

Het boek 'Klimaat in Vlaanderen als ruimtelijke uitdaging' vloeit voort uit de kennis opgedaan gedurende vier jaar met het IWT-SBO onderzoeksproject CcASPAR. Klimaatverandering zal een impact hebben op de manier waarop de Vlaamse samenleving het gebruik van de ruimte kan organiseren. De voorbije jaren lag de focus in het klimaatdiscours vooral op mitigatie, maar in dit onderzoek treedt adaptatie op de voorgrond. Het boek stelt drie aspecten centraal: de zoektocht naar adaptiestrategieën voor de Vlaamse ruimtelijke structuur (deel I), ontwerpend onderzoek (deel II) en een aanzet tot beleidsaanbevelingen (deel III).

Deel I biedt een verkenning van de Vlaamse ruimtelijke structuren in het kader van klimaatadaptatie. Na het uiteenzetten van een theoretisch onderzoekskader, komen de klimaateffecten voor Vlaanderen en de verwachte gevolgen daarvan aan bod. Vervolgens wordt door middel van een gebiedsdekkende landschapstypologie van Vlaanderen de gevoeligheid van de verschillende landschapstypes en van de menselijke en natuurlijke structuren bepaald in functie van klimaatverandering.

In deel II gaan we op zoek naar een manier om Vlaanderen aan te passen aan deze nieuwe klimaatcondities; een vertaalslag van kennis naar praktijk. Door middel van ontwerpend onderzoek op lokaal niveau, de Kempen en de Kust, verkennen we alternatieve planconcepten en nuttige strategieën. Biedt klimaatadaptatie kansen voor ruimtelijke win-winsituaties, en zo ja, hoe kunnen we die inzetten bij een planmatige gebiedsontwikkeling?

XXI

In deel III wordt de rol van ruimtelijke planning en beleid in de regulering van de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu en maatschappij onderzocht. Vooreerst worden bestaande adaptatiestrategieën in de huidige ruimtelijke planning maar ook uit het verleden geanalyseerd en geëvalueerd. Met andere woorden: hoe is het huidige klimaatbeleid tot stand gekomen? Door het plaatsen van klimaat in de bredere context krijgen we vervolgens een inzicht in de rol van ruimtelijk beleid in functie van klimaat en ruimte. Tot slot reiken we een aantal aanbevelingen aan voor ruimtelijk beleid dat inspeelt op klimaatverandering.

Binnen het CcASPAR-onderzoek zijn door de verschillende werkpakketten eveneens diverse valorisatierapporten opgesteld. Daarin worden de thema's die in het boek beknopt aan bod komen, verder uitgediept. Een overzicht van de valorisatierapporten is terug te vinden op het einde van dit boek en online te raadplegen op [www.ccaspar.ugent.be](http://www.ccaspar.ugent.be).



Deel I

De Vlaamse  
ruimtelijke structuur  
in het klimaatdiscours





# Hoofdstuk 1      Enkele begrippen gekaderd

*Björn Verhofstede, Jan Staes, Veerle Van Eetvelde*

## 1.1      Adaptatie en mitigatie

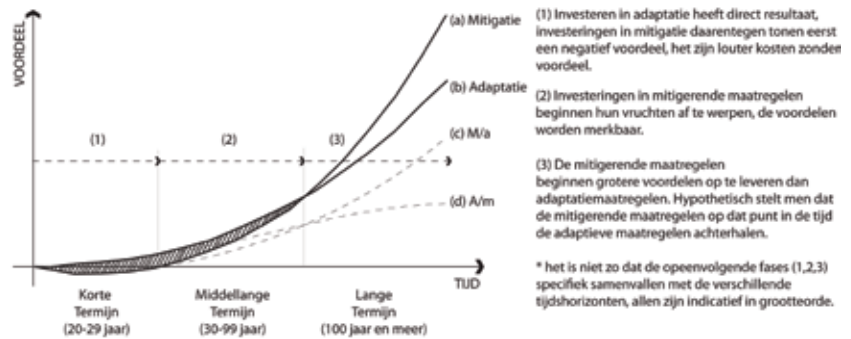
De begrippen klimaatadaptatie en -mitigatie worden alom gebruikt in het wetenschappelijke en politieke discours. Moeten we klimaatverandering tegengaan of moeten we onszelf aanpassen? Daar waar mitigatie probeert de menselijke oorzaken van klimaatverandering te verminderen (een brongerichte aanpak door vb. de uitstoot van CO<sub>2</sub> te beperken), probeert adaptatie effectgerelateerde antwoorden te formuleren. In het wetenschappelijke en politieke discours is vanaf het begin onderscheid gemaakt tussen mitigatie en adaptatie (zie Hoofdstuk 15). Mitigatie is geconcentreerd op het terugdringen van de uitstoot van schadelijke stoffen door deze aan te pakken bij de bron, is werkzaam op lange termijn en is een engagement op mondiale schaal. In deze context is het maken van internationale afspraken over mitigatie als collectieve opgave begrijpelijk. Eventuele positieve effecten van individuele staten zouden teniet worden gedaan door landen die hun uitstoot niet beperken. Een gezamenlijk engagement is daarom noodzakelijk.

Adaptatie daarentegen betreft het aanpassen aan de effecten, werkt op korte en middellange termijn en vraagt een engagement op lokaal of regionaal niveau. Adaptatie is pas op het einde van de 20<sup>ste</sup> - begin 21<sup>ste</sup> eeuw op de agenda gekomen, nadat men het gehele klimaatsysteem beter is beginnen doorgronden en begrijpen. In tegenstelling tot mitigatie, dat eerder als opdracht van de ontwikkelde landen werd gezien, werd adaptatie in eerste instantie beschouwd als een opdracht voor ontwikkelingslanden, die aan de ene kant door hun ligging en klimaat de meeste impacten te verwerken kunnen krijgen en aan de andere kant over de minste middelen beschikken om op deze schokken (perturbaties) te reageren. Ondertussen hebben de groeiende inzichten in het klimaatsysteem ertoe geleid dat adaptatie als een opdracht wordt gezien voor elk land, telkens met lokale accenten. In onze contreien bestaat de kans dat historisch gegroeide en gekende effecten, waar men de actuele ruimtelijk configuratie op heeft afgestemd, versterkt worden door klimaatverandering en aanpassingen van de ruimtelijke configuratie nodig zijn om de effecten op te vangen.

Figuur 5 zet het relatieve verloop voor vier scenario's uit in functie van de tijd: mitigatie zonder adaptatie (a); adaptatie zonder mitigatie (b); mitigatie met optimale adaptatie (c); en adaptatie met optimale mitigatie (d) (De Bruin et al., 2009). De grafiek toont dat een combinatie van beiden (c en d)

de netto output vermindert ten opzichte van adaptatie of mitigatie alleen. Figuur 5 toont dat adaptatie direct resultaat oplevert, terwijl mitigatie pas op middellange tot lange termijn vruchten afwerpt. Op een bepaald punt in de tijd (snijpunt adaptatie en mitigatie) wordt het rendement van de mitigerende maatregelen groter dan de adaptatiemaatregelen (na ongeveer 90 à 100 jaar).

*Figuur 5 Netto voordelen mitigatie - adaptatie in de tijd (naar De Bruin et al., 2009)*



Onzekerheid, de logica van de ambtstermijn (4 à 5 jaar), beperkte budgetten en het rendement van de investeringen spelen in de kaart van adaptatie. De noodzaak voor een mondiale aanpak, een lager netto resultaat voor mitigatie op korte termijn en economische lobbygroepen weerhouden overheden ervan om volop voor mitigatie te gaan. Dit houdt het risico in dat men te veel investeert in adaptatie waardoor de effecten (deels) worden afgewenteld op latere generaties. Enkel inzetten op adaptatie daarentegen kan leiden tot situaties waarbij noodzakelijke mitigatiemaatregelen niet meer gerealiseerd kunnen worden door overheden, ongeacht hun kosten/baten ratio. Vermits beleid voeren veelal gaat over het formuleren van prioriteiten over korte termijn, omdat men vb. niet beschikt over oneindige budgetten, is de kans klein dat beleidsvoerders een optimale mix van adaptatie en mitigatie nastreven.

De meest ideale situatie zou een combinatie zijn van adaptatie en mitigatie met het oog op de veiligheid en de kostprijs. Door de onzekerheden (men kan de toekomst niet voorspellen) is het moeilijk om die ideale combinatie te bepalen, maar dat mag niet leiden tot afwachten. We gaan dagelijks om met onzekerheden en risico's die vaak ingeburgerd zijn zoals overstromingen, brandverzekering, schuldsaldo. Het zijn fenomenen waarvan de kans van voorkomen slechts zeer klein is, maar waarvan de gevolgen zeer groot zijn. De mogelijke gevolgen van klimaatverandering zijn enorm, maar een draagvlak ontbreekt. De perceptie van risico's door mensen is vaak zeer subjectief (vb. vliegangst) waardoor het zien en ervaren van gevolgen (bij anderen) blijkbaar belangrijk is (vb. brandpolis) om risico's daadwerkelijk in te schatten. Vaak is ons menselijk referentiekader ontoereikend om

klimaatverandering te percipiëren en is een incident of ramp nodig om ons bewust te maken van onze kwetsbaarheid. Die perceptie wordt bovendien verstoord door natuurlijke cyclische patronen (Willems en Yiou, 2010) en de natuurlijke variabiliteit in het klimaat. De occasionele natte, koude zomer zal heus nog wel voorkomen, maar wordt wel gretig aangegrepen door klimaatsceptici. Het al of niet nemen van maatregelen voor adaptatie en mitigatie dient dan ook gebaseerd te zijn op een risicobenadering en niet op perceptie.

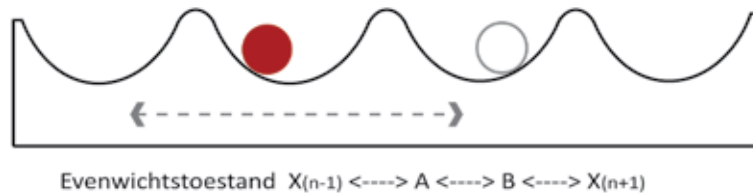
## 1.2 Veerkracht

Voor de term ‘veerkracht’ zijn verschillende interpretaties mogelijk zoals sociale, economische, ecologische, technologische of beleidsmatige veerkracht, maar men heeft ze allen nodig om het begrip te kaderen. Voor elk van die verschillende perspectieven is het “terugverende riet na een belasting” een sterke beeldspraak. Veerkracht slaat immers niet zozeer op de omgeving, dan wel op de eigenschap van een systeem - of een lichaam - in relatie tot een bepaalde omgeving. Het riet dat terugbuigt na belasting verbeeldt veerkracht als de maat van souplesse/elasticiteit waarmee een lichaam, een organisme, een systeem, een bepaalde comfortzone terugwint.

Voor een socio-ecologisch systeem (Hoofdstuk 2), zoals we in CcASPAR het maatschappelijk systeem dat zich organiseert in een ruimte zullen benoemen (zie Hoofdstuk 4), i.e. inclusief het economische, technologische, politieke en institutionele, geldt dat het over een combinatie of complex van veerkrachten moet beschikken. Vermits de te verwerken schokken uit verschillende van voorgenoemde contexten kunnen komen en terugveren veelal geen één op één relatie betreft, is er nood aan gecombineerde vaardigheden. Anticiperen op een overstroming gaat onder meer over hulpdiensten, ziekenhuizen, mankracht, materiaalcapaciteit, fondsen, die gecoördineerd worden en zich weten te organiseren en te mobiliseren. Meer nog, het houdt bijvoorbeeld ook de kundigheid in om voor een volgende gebeurtenis een waarschuwingssysteem uit te bouwen (vb. een overstromingsvoorspeller), dat vraagt om de capaciteit en het vermogen nieuwe dingen te ontwikkelen. Er spelen dus tal van facetten mee wanneer men veerkracht tracht te kaderen.

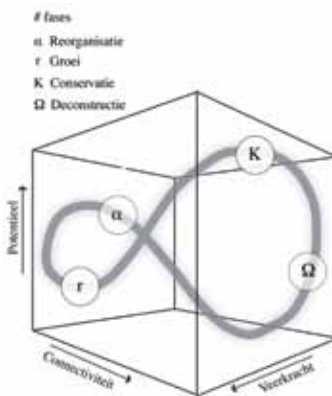
Veerkracht is de tegenpool van kwetsbaarheid (Adger, 2006). Het bepaalt hoe sterk het systeem is om onverwachte storingen (perturbaties) op te vangen (Holling, 2001). Maar er is een bijkomende voorwaarde, namelijk men moet niet zonder meer veerkracht opbouwen, want veerkracht behoort toe aan een specifieke systeemtoestand. Soms hebben schokken dergelijke omvang, dat een systeem in evenwicht uit zijn evenwicht wordt

Figuur 6 Transitie van een systeem naar een volgende evenwichtstoestand (Walker et al., 2004)



gelift en over gaat naar een volgende evenwichtstoestand of die althans tracht te bereiken (Figuur 6). Als gevolg kan een teveel aan veerkracht ook een verkeerd effect geven en bijvoorbeeld een systeem dat nood heeft aan verandering in een bepaalde evenwichtstoestand houden. Men zegt op dat moment dat het systeem gevangen zit. Men kan dus stellen dat het voor een systeem even belangrijk is zowel over de capaciteit te beschikken om veerkracht te deconstrueren, als om het opnieuw te configureren. De adaptieve cyclus van Holling (Holling, 2001) maakt dit op een abstracte manier duidelijk (Figuur 7). Het schema toont verschillende fases van een levenscyclus, vb. van een organisme of een systeem, maar evengoed een product. Om de cyclus te doorlopen veranderen de drie parameters die de cyclus beschrijven, i.e. potentie, connectiviteit en veerkracht. De potentie duidt het bereik van de verschillende toekomstige mogelijkheden aan. Deze eigenschap kan worden beschouwd als het *vermogen* van een systeem. De connectiviteit of verbondenheid tussen variabelen en processen bepaalt de mate van *bestuurbaarheid*. Veerkracht wordt bereikt door de *adaptieve capaciteit* uit te bouwen, zegt dus iets over de kwetsbaarheid ten aanzien van onverwachte schokken. Zoals reeds gesteld, wanneer een systeem de cyclus doorloopt, veranderen de parameters. We lichten dit toe aan de hand van twee belangrijke bewegingen in de cyclus.

6



Figuur 7 De adaptieve cyclus aan de hand van drie parameters potentie, connectiviteit en veerkracht (naar Holling, 2001)

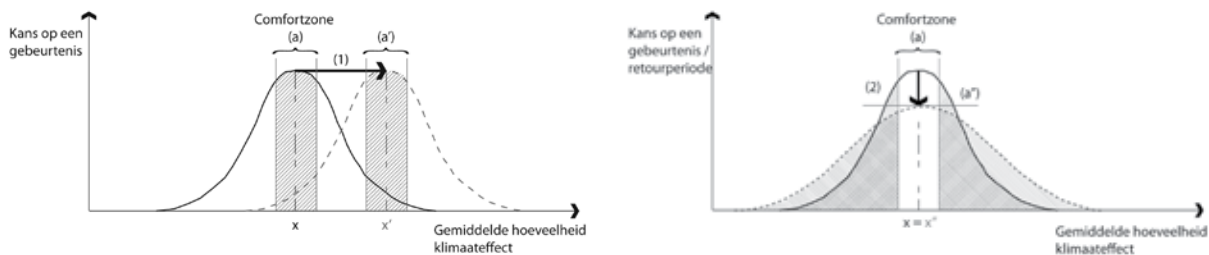
De voorste beweging (*front-loop*, i.e.  $r$  naar  $K$ ), is de meest gekende. Daar groeit iets met een bepaalde potentie door naar iets groter, bv. een kleine zaak die economisch doorgroeit naar een grote marktpeler. In  $K$  is de veerkracht kleiner dan in  $r$ , een grotere structuur of systeem is immers meer kwetsbaar dan een kleinere. Wanneer de producten of diensten achterhaald zijn, dan moet het bedrijf zich als het ware heruitvinden. Om dat te doen moet het in staat zijn zichzelf te deconstrueren/aan te passen en op zoek gaan naar nieuwe potenties. Deze fase duiden we aan als de *back-loop* (van  $\Omega$  naar  $\alpha$ ) en houdt een terugval van de veerkracht en connectiviteit in, een vermindering van de potentie, om deze nadien terug op te bouwen. Potentieel kan de cyclus herbeginnen en opeenvolgende cyclussen duiden we aan als evolutie. Die adaptieve en evolutionaire aard van de cyclus door de tijd en ruimteschalen heen, benoemt men in de literatuur met de term *panarchy* en heeft als doel de wisselwerking tussen verandering (aanpassing) en vasthoudendheid (resistentie) te rationaliseren.

Verder is het belangrijk te weten dat een evenwichtstoestand van een systeem op zich niets zegt over gelijkheid tussen de verschillende agenten en/of actoren actief binnen een bepaald systeem. De evenwichtstoestand van een systeem is niet waardenvrij. Men zou kunnen stellen dat Vlaanderen zich op maatschappelijke macroschaal in een zeker equilibrium bevindt, maar dit betekent niet dat deze toestand voor iedereen een gelijke situatie oplevert (vb. arm versus rijk).

Ter uitleiding de vraag of robuustheid een synoniem is voor veerkracht. Robuustheid staat vaak synoniem voor ‘*no-regret*-maatregelen’, maatregelen die ook nuttig zijn bij bescherming tegen huidige variaties van het klimaat. Robuustheid is geen synoniem voor veerkracht maar kan wel bijdragen tot veerkracht. Omgekeerd is het niet ondenkbaar dat robuustheid, verandering of adaptatie eveneens in de weg kan staan om een veerkrachtig systeem te bereiken. Dat werpt een ander licht op *no-regret* maatregelen. Dit maakt dat niet alle *no-regret* maatregelen evenwaardig zijn en voldoende gereflecteerd moeten worden ten aanzien van het (ontwikkelings-)pad dat men wil bewandelen. Zo kunnen robuuste maatregelen met een hoge implementatieprijs verandering in de weg staan.

### 1.3 Variatie en extremen

Variatie en extremen zijn inherent deel van het klimaat. Een maatschappij of regio bouwt doorheen de jaren een historische relatie op met de gemiddelde klimaateffecten die zich lokaal voordoen en die langzaam evolueren in de tijd (vb. zeespiegelstijging). Die historische relatie duiden we gemakshalve aan met de comfortzone, de bandbreedte waarover een maatschappij of een ruimtelijke configuratie beschikt om met een bepaalde hoeveelheid klimaateffecten om te gaan (Smit et al., 2000). Figuur 8 duidt die comfortzone aan, de gearceerde zone binnen de curve waarvoor een systeem dat zich weet te organiseren paraat staat. Een systeem kan bijvoorbeeld in staat zijn een storm met een terugkeerperiode van 100 jaar op te vangen, maar wel falen bij een storm met een terugkeerperiode van 1000 jaar. De X-as geeft de gemiddelde hoeveelheid klimaateffecten dat een systeem ondergaat, op de Y-as de terugkeerperiode of de kans op dergelijke gebeurtenis. Hoe hoger de terugkeerperiode, hoe meer een systeem vertrouwd is met dergelijke perturbatie en omgekeerd. Wanneer de blootstelling aan de effecten buiten de comfortzone komt te liggen zullen extra aanpassingsmaatregelen nodig zijn, ongeacht de omvang van de mitigerende inspanningen die het systeem op korte en middellange termijn uitoefent.



*Figuur 8 Variatie en extremen met  
 (1) verandering van gemiddelde hoeveel-  
 heid en (2) verandering van variatie  
 (naar Smit et al., 2000)*

Twee evoluties zijn mogelijk (zie Figuur 8). Ofwel schuift de gemiddelde bedeling van de effecten langzaam op, dat kan zowel naar links als naar rechts (1). Wanneer het natter wordt (vb. hoeveelheid neerslag) schuift de curve naar rechts (van  $a$  naar  $a'$ ) en wanneer het droger wordt naar links op de X-as. Het laatste kan eveneens buiten de comfortzone vallen, waardoor het systeem verschillende antwoorden zal moeten formuleren wanneer het droger wordt, dan wanneer het natter wordt. Bij deze eerste evolutie, een langzaam verschuiven van het gemiddelde, verwacht men dat de comfortzone langzaam in de tijd dient aangepast te worden.

Er is echter een tweede evolutie mogelijk, die weliswaar minder algemeen gekend is maar waarover binnen het klimaatdiscours heel wat discussie gevoerd wordt. Hierbij blijft de gemiddelde hoeveelheid aan klimaateffecten gelijk maar verandert de variatie, met extremen als gevolg (Smit et al., 2000). Zo'n situatie (2) kan catastrofale gevolgen hebben en induceert vandaag al impacten die men in het voorgaande geval pas verwacht op de langere termijn. Gemiddeld kan de hoeveelheid neerslag hierbij bijvoorbeeld gelijk blijven en in werkelijkheid een extreme gebeurtenis veroorzaken. Een verschuiving van  $a$  naar  $a''$  in Figuur 8 toont duidelijk hoe de zone buiten de comfortzone onder  $a''$  groter is dan bij  $a$  en dus meer kans op extreme gebeurtenissen aanduidt. Bij fluviale overstromingen vanuit rivieren en beken of bij plaatselijke overstromingen (pluviale overstromingen) ten gevolge van extreme neerslag is het ruimtelijke systeem niet in staat om de 'extreme' hoeveelheden te verwerken en zal de maatschappij daarvan de gevolgen dragen. In de Vlaamse context, die vandaag vb. gekenmerkt wordt door een onstuitbare toename van de verharde oppervlakte en verdere versnippering van de ruimte door onder meer bebouwing en infrastructuur, kan variatie bij de bedeling van de effecten voor extreme neveneffecten zorgen.

## Hoofdstuk 2 Een onderzoekskader voor complexe vraagstukken

*Björn Verhofstede, Veerle Van Eetvelde*

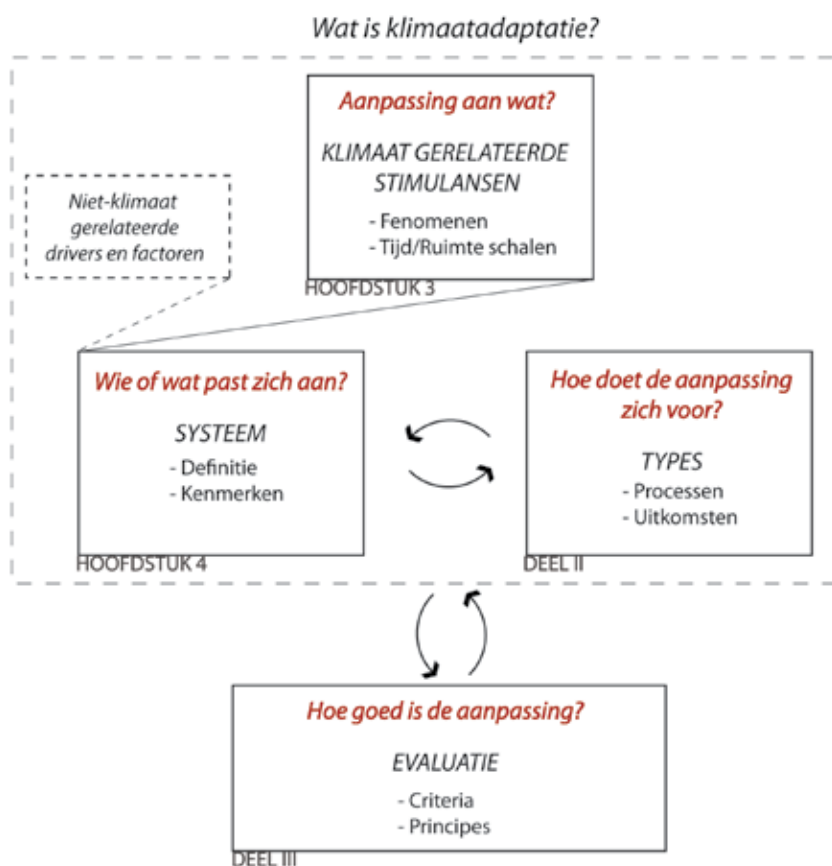
Een ruimtelijk beleid en bewustzijn voor duurzame ontwikkeling en milieu is een complex gegeven waarbij niet kan gesproken worden van logische oorzaak-gevolg relaties. Diverse menselijke actoren en maatschappelijke factoren staan in relatie met fysische actoren en processen, zowel abiotisch (klimaat, bodem, reliëf,...) als biotisch (flora, fauna). De toestand en duurzaamheid van dit hele systeem is onlosmakelijk verbonden met economische ontwikkeling, sociale rechtvaardigheid en internationale vrede en veiligheid (Jasanoff et al., 1997). Duurzame ontwikkeling en management van mondiale en regionale grondstoffen zijn zowel ecologische, economische en sociale uitdagingen (Berkes et al., 2003). Echter, fenomenen waarvan de oorzaken meervoudig, divers en verspreid zijn kunnen niet begrepen, beheerd of gecontroleerd worden door één traditionele wetenschappelijke discipline maar hebben nood aan interdisciplinair onderzoek en onderwijs om de vraagstukken te beantwoorden (Jasanoff et al., 1997). Füssel en Klein (2006) spreken in deze context van veranderende trends naar meer geïntegreerd onderzoek zoals van lineair naar meer complexe oorzaak-gevolg analyses, van enkel kwantitatief naar een combinatie kwantitatief en kwalitatief onderzoek, van fundamenteel wetenschappelijk naar beleidsondersteunend onderzoek.

De complexiteit van de uitdagingen in relatie tot klimaatverandering en duurzaamheid heeft onder meer te maken met de onzekerheden over de effecten van het klimaat. De IPCC 'uncertainty guidance note' (Bernstein et al., 2007) geeft drie manieren aan om onzekerheden uit te drukken, i.e. onzekerheid die kwalitatief en kwantitatief bepaald wordt, onzekerheid op basis van *expert judgement*, en het gebruik van statische analyse van modellen. Op deze manier slaagt men er in om deels divergerende en deels convergerende perspectieven te laten samenvallen en zo stelselmatig kennis op te bouwen.

De complexiteit ligt ook deels besloten in het grensoverschrijdend karakter van de wetenschappelijke disciplines en de nood om sociale en natuurwetenschappelijke disciplines te overstijgen en integreren. Füssel en Klein (2006) wijzen op de noodzaak van een gemeenschappelijk conceptueel raamwerk voor het analyseren van klimaatveranderingen en adaptatie. De complexiteit ligt besloten in het integreren en dat betekent

dat verschillende raamwerken, benaderingen, methodes, uitgangspunten en gegevens uit de verschillende disciplines worden geïntegreerd. Wanneer men de kwetsbaarheid voor klimaatverandering wil bepalen, is het nodig om natuurlijke en sociale perspectieven te combineren.

Willen we de kwetsbaarheid van de Vlaamse ruimte in relatie tot klimaatverandering bepalen, is er nood aan een gemeenschappelijk kader. Hoewel reeds verschillende onderzoeken met betrekking tot klimaatverandering uitgevoerd zijn vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines stellen we vast dat er telkens getracht wordt om vanuit de eigen discipline en op basis van de beschikbare gegevens een kader te construeren. Daarom is er zoals Jasanoff et al. (1997) concluderen nood aan het voeren van dialogen tussen de verschillende disciplines om elkaar te begrijpen door middel van herhaalde interactie en communicatie om een dergelijk kader te construeren.



*Figuur 9 CcASPAR kader rond adaptatie aan klimaatverandering naar (Smit et al., 2000)(Feenstra et al., 1998)*



CcASPAR is een interdisciplinair klimaatonderzoek dat focust op klimaatadaptatie en dit vraagstuk voornamelijk behandelt vanuit een ruimtelijk perspectief met het oog op het formuleren van beleidsaanbevelingen. In wat volgt worden de denkpistes en visies, binnen het CcASPAR-project tot stand gekomen aan de hand van verschillende communicaties, gestroomlijnd binnen één kader met het beantwoorden van vier vragen volgens Smit et al. (2000). De relatie tussen de verschillende vraagstellingen wordt voorgesteld in Figuur 9 en vormt het kader van de volgende hoofdstukken van dit boek.

(1) “Aanpassing aan wat?” heeft betrekking op de primaire effecten van het klimaat (vb. temperatuur, neerslag, enz.). Het vaststellen van de primaire effecten gebeurt op internationaal niveau en op regionaal Vlaams niveau. Vervolgens worden de veranderingen van socio-economische omstandigheden mee in beschouwing genomen. Deze vraag wordt behandeld in hoofdstuk 3.

(2) “Wie of wat past zich aan?” heeft betrekking op het beschouwde systeem. Het benadert hier zowel een socio-ecologisch als een landschapsecologisch systeem. De socio-ecologische invalshoek handelt over de maatschappij die zich organiseert in een omgeving en hier een bepaalde systeemrelatie mee opbouwt. De landschapsecologische invalshoek wordt bepaald door de interactie van het fysische milieu en de menselijke occupatie van de ruimte door de organisatie van nederzettingen, infrastructuur, bodemgebruik e.a. Deze systemen dragen bepaalde kenmerkende gevoeligheden in zich en dienen zich aan te passen voor veranderingen in klimaat en socio-economische omstandigheden (zie hoofdstuk 4).

(3) Bij de vraag, “hoe doet de aanpassing zich voor?” is de uitdaging hoe het systeem minder kwetsbaar kan worden voor klimaatgerelateerde en -geïnduceerde effecten. Deel II, het ontwerpend onderzoek, biedt een zoektocht naar ontwerpconcepten om een gebied zowel op korte als op lange termijn aan klimaatverandering aan te passen. De valorisatierapporten VR3, VR4 en VR6 (zie Valorisatierapporten) daarentegen beschrijven meer specifiek de kwetsbaarheid van het landschap, van het ecologisch netwerk en van de nederzettings- en economische structuur in Vlaanderen.

(4) De vraag “hoe goed is de aanpassing?” (deel III) heeft betrekking op beleid en sturing (*governance*) en gaat in eerste instantie over het analyseren en evalueren van adaptatiestrategieën. Hierbij wordt onderzocht hoe de maatschappij – in het bijzonder het Vlaams ruimtelijk beleid – met klimaat en klimaatverandering omgaat en is omgegaan in het verleden.

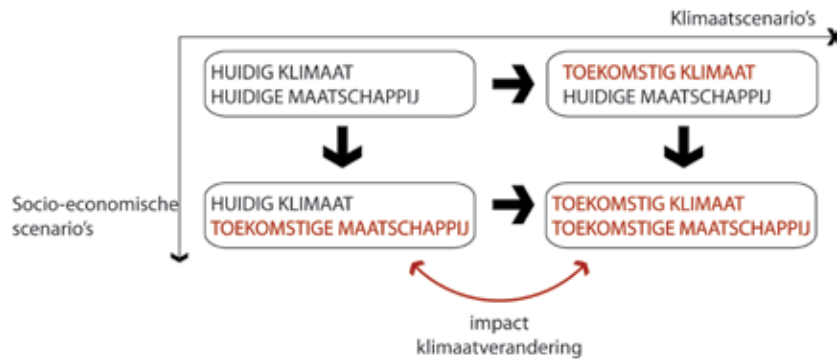
Dit geeft inzicht in de actoren en beleidsvelden die betrokken zijn bij klimaatadaptatie, wat de positie is van ruimtelijk beleid en wat de kansen zijn op het implementeren van nieuwe noodzakelijke maatschappelijke transformaties en beleidsingrepen.

## Hoofdstuk 3      Aanpassing aan wat?

### Klimaatverandering en socio-economische projecties voor Vlaanderen

*Renaat De Sutter, Laurens Bouwer, Hans de Moel, Björn Verhofstede*

In de verschillende discoursen rond klimaatverandering en hun mogelijke impacten op de ruimte en maatschappij, zijn klimaatveranderingen een grote uitdaging voor de toekomst. Het is echter niet enkel de snelheid en de impact van deze klimaatveranderingen die in rekening moeten gebracht worden, de maatschappij zal ook socio-economische veranderingen ondergaan, die mogelijk sneller veranderen dan het klimaat. De economie zal bijvoorbeeld in bepaalde regio's verder groeien, terwijl andere gebieden veeleer een inkrimping van de economische activiteiten zullen kennen. Voor sommige landen wordt een verdubbeling of meer van de bevolking voorspeld, andere gebieden krijgen te maken met vergrijzing van de maatschappij met soms een daling van de bevolking op lange termijn als gevolg. Deze veranderingen zullen verschillende effecten initiëren. Een grotere bevolking betekent bijvoorbeeld meer mensen die potentieel getroffen kunnen worden door klimaatverandering. Dat impliceert ook een grotere vraag naar voedsel, water, plaats om te leven, energie, werkgelegenheid. De bevolkingsdynamiek en de economische activiteiten zullen niet alleen effecten hebben op menselijke systemen, maar er zullen ook gevolgen zijn voor de natuurlijke systemen door bijvoorbeeld een veranderend ruimtegebruik, grotere druk op de open ruimte, milieuvervuiling. Daarom is het cruciaal om, naast inzichten in de scenario's voor klimaatverandering, ook kennis te hebben over hoe de bevolking en de economie zich zullen ontwikkelen in de komende eeuw en hoe dit een invloed kan hebben op de gevolgen van en aanpassing aan klimaatverandering (Feenstra et al., 1998). Willen we de vraag 'aanpassen aan wat?' volledig beantwoorden, dan moet er aandacht besteed worden aan zowel de scenario's voor klimaat als de socio-economische scenario's (Figuur 10). De systeemeigen socio-economische variabelen dient men mee in rekening te brengen en socio-economische scenario's creëren de context waarin de voorspelde effecten van klimaatverandering zullen ingrijpen. Pas dan kan een juiste inschatting gemaakt worden van de gevolgen van klimaatverandering (Figuur 10). De socio-economische scenario's schetsen eveneens de context die de klimaatverandering zal aansturen.



Figuur 10 Klimaat- en socio-economische scenario's (Feenstra et al., 1998)

Het eerste deel van dit hoofdstuk is gewijd aan de klimaatveranderingen op verschillende schaalniveaus. Nadien worden in een tweede deel de socio-economische variabelen en projecties voor Vlaanderen geschetst.

### 3.1 Klimaatverandering op mondiaal niveau

#### 3.1.1 De mondiale 2°C doelstelling

In artikel 2 van het VN-Raamverdrag over klimaatverandering (UNFCCC, 2005) staat als doelstelling beschreven dat de concentraties aan broeikasgassen (BKG) in de atmosfeer moeten gestabiliseerd worden op een niveau waarop gevaarlijke en onomkeerbare gevolgen voor het klimaat voorkomen kunnen worden (Barker et al., 2008).

De doelstelling om de mondiale opwarming beneden de 2°C te houden ten opzichte van de pre-industriële temperatuur (referentiejaar 1750) is niet geheel arbitrair gekozen. Volgens het IPCC is er 50% kans dat deze 2°C doelstelling kan worden bereikt wanneer de broeikasgasconcentraties beperkt worden tot een niveau beneden 450 ppm CO<sub>2</sub>-equivalent. De 2°C stijging wordt als relatief veilig gezien. Deze waarde wordt aanvaard als een kantelpunt voor het smelten van de Groenlandse ijsplaat. Er is ook een zekere consensus dat een gemiddelde mondiale opwarming boven de 2°C zou kunnen leiden tot zogenaamde andere kantelpunten – waarbij onomkeerbare en oncontroleerbare processen op gang komen (Lenton et al., 2008). Het ontdooien van de permafrost zou bijvoorbeeld ongeziene emissies van methaan tot gevolg hebben. Op dat moment zullen we als het ware de controle verloren hebben over de klimaatmitigatie. Overige mogelijke kantelpunten worden weergegeven op Figuur 11. De huidige atmosferische en oceanografische circulaties kunnen ten gevolge van dergelijke fenomenen (vb. afsmelten van de Groenlandse ijsplaat) drastische wijzigingen ondergaan. Boven die 2°C zitten we op termijn dus ook in een situatie waarin de huidige klimaatmodellen niet meer geldig zijn.



Figuur 11 Kantelpunten in het klimaat-systeem van de Aarde (Lenton, 2008) (Schellnhuber, 2009)

15

Sommige wetenschappers (vb. Hansen en Mki. Sato 2012) concluderen uit vergelijkingen met historische klimaatveranderingsgebeurtenissen dat deze doelstelling van 450 ppm CO<sub>2</sub>-equivalent in de atmosfeer wellicht onvoldoende is om de 2°C globale opwarming te voorkomen en deze kantelpunten te vermijden.

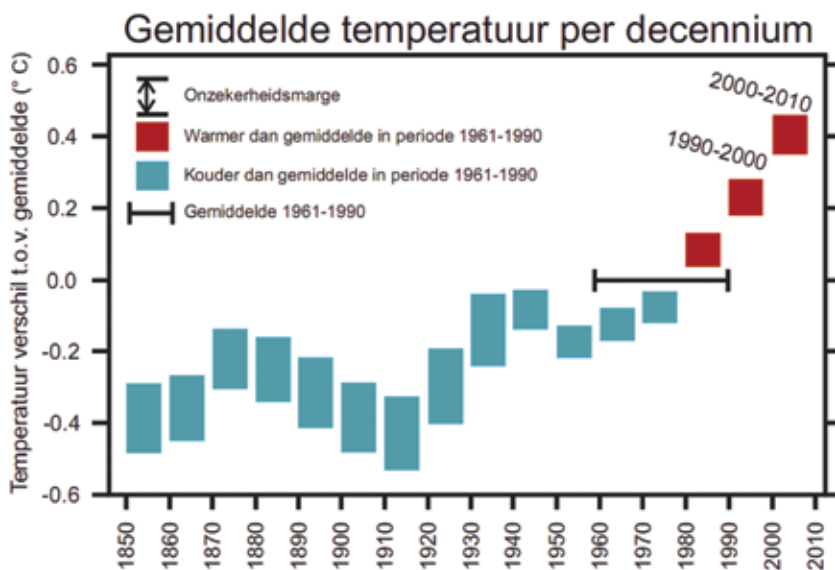
Alle prognoses wijzen er echter op dat we deze 2°C doelstelling niet zullen halen zonder verregaande bijkomende inspanningen. Hoe langer men wacht met het nemen van drastische mitigatiemaatregelen, hoe zwaarder de inspanningen in de toekomst zullen zijn.

### 3.1.2 Klimaatverandering en impacten op mondiaal niveau

De stand van kennis over klimaatverandering op mondiaal niveau wordt in een serie van rapporten vastgesteld door het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), opgericht in 1988 door de VN organisaties WMO en UNEP (zie hoofdstuk 15). Het laatste rapport van het IPCC dateert uit 2007, een nieuw rapport is in voorbereiding. Ondertussen is in 2012 een specifiek rapport verschenen over klimaatverandering en weersextremen (Field et al., 2012). De belangrijkste conclusies uit de IPCC-rapporten voor het klimaatstelsel betreffen veranderingen in temperatuur en neerslag, zeespiegelstijging, en het optreden van weersextremen op mondiaal

niveau. Daarnaast worden ook secundaire effecten behandeld en mogelijke strategieën voor aanpassing aan klimaatverandering en vermindering van de uitstoot van broeikasgassen.

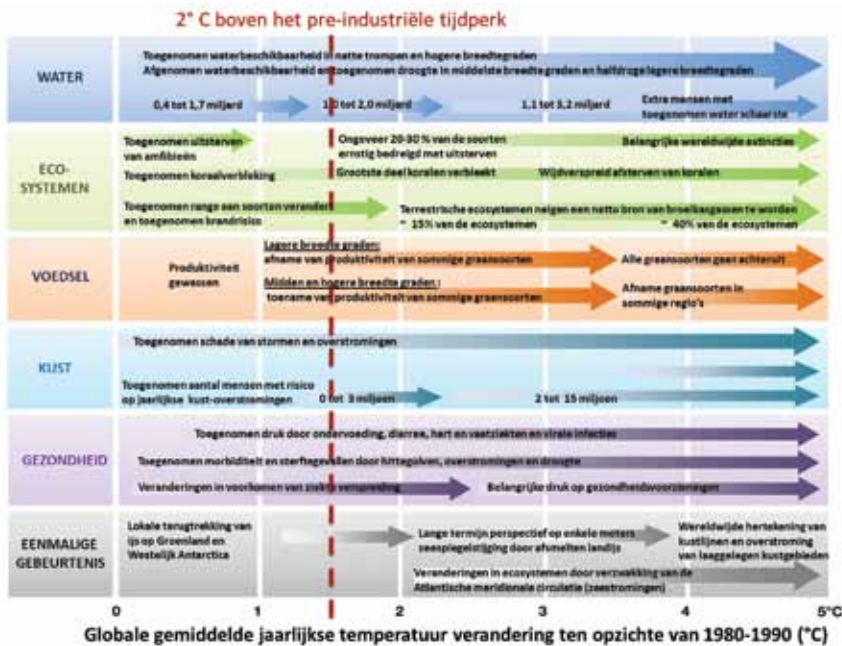
Tussen 1906 en 2005 nam de temperatuur op aarde met gemiddeld 0,74 graad Celsius toe (Solomon et al., 2009). De decade 2000-2010 was wereldwijd de warmste van de afgelopen 160 jaar, en ook de voorgaande decades 1980-1990 en 1990-2000 zijn warmer dan alle voorgaande periodes en hoger dan de gemiddelde temperatuur in de periode 1961-1990 (Figuur 12).



Figuur 12 Gemiddelde temperatuur per decennium (Vellinga, 2011)

Afhankelijk van de toename in broeikasgasconcentraties in de atmosfeer wordt verwacht dat de wereldgemiddelde temperatuur tussen de 1,8 en 4 graden Celsius zal stijgen tegen het einde van de 21<sup>ste</sup> eeuw ten opzichte van het gemiddelde over de periode 1980-1999 (Solomon et al., 2009).

Welke effecten zullen dergelijke temperatuurstijgingen boven de 2°C teweegbrengen? Op Figuur 13 wordt de 2°C doelstelling voorgesteld door een rode stippellijn. We zien eveneens de potentiële mondiale effecten die kunnen optreden vanaf een bepaalde temperatuuroptuename. De vakjes geven aan bij welke temperaturen de effecten vermoedelijk aanvatten.



*Figuur 13 Voorbeelden van mondiale effecten in verschillende sectoren in verband met verschillende niveaus van klimaatverandering op basis van gepubliceerde studies. De rode dikke stippellijn geeft de EU-doelstelling van een 2°C temperatuurstijging verandering ten opzichte van het pre-industriële (Barker et al., 2008)*

Smith et al. (2009) wijzen er trouwens op dat de veronderstellingen uit het derde assessment rapport van het IPCC (Ahmad, 2001) wat betreft de vijf sleutelkwetsbaarheden, i.e. risico's voor unieke en bedreigde systemen, risico's op meer extreem weer, de verdeling van effecten en kwetsbaarheden, aggregatie van effecten en risico's voor grootschalige discontinuïteiten, onderschat werden. Dus de effecten die betrekking hebben op klimaatgevoelige zaken als voedselvoorziening, gezondheid, water, kustsystemen, ecosystemen, wereldwijde biochemische cycli, ijskappen en vormen van oceanische en atmosferische circulatie kunnen reeds bij lagere temperatuurstoenames in het gedrang komen.

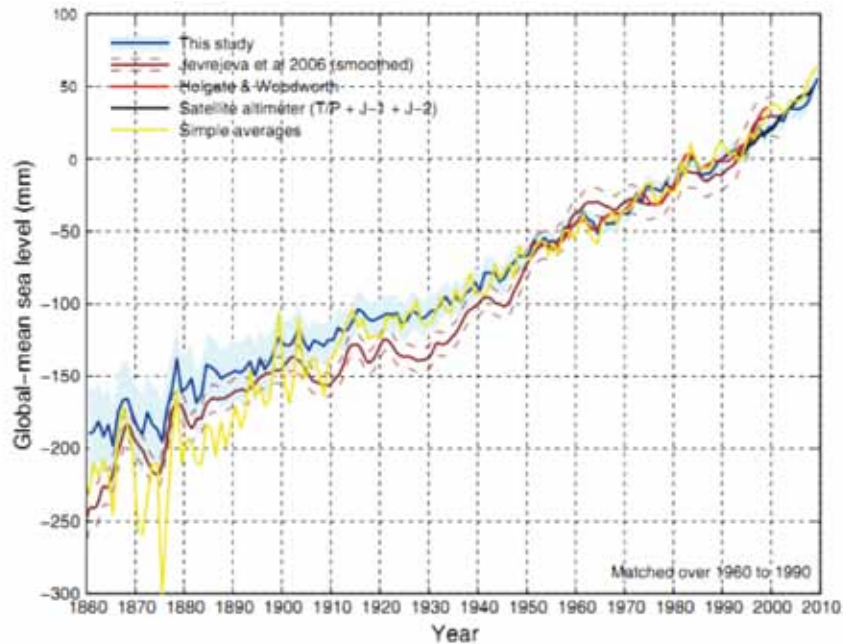
Door de verwachte klimaatverandering zal op hogere breedte de neerslag zeer waarschijnlijk nog toenemen, terwijl op subtropische breedtes de neerslag waarschijnlijk zal gaan afnemen (Solomon et al., 2009), wat een voortzetting is van de patronen die in het verleden zijn waargenomen. Voor wat betreft weersextremen is er geen eenduidig beeld of deze over de gehele lijn zijn toegenomen in frequentie. Extremen die gerelateerd zijn aan temperatuur (minimum temperaturen, extreem warme dagen) en neerslag (behalve droogte en overstromingen) zijn in het verleden wel aan verandering onderhevig geweest en zullen in de toekomst verder veranderen (Tabel 1).

Weersextreem	Verandering in het verleden	Toekomstige verandering
Koude dagen en nachten / warme dagen en nachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeer waarschijnlijke toename in frequentie in de meeste terrestrische gebieden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vrijwel zeker toename in frequentie</li> </ul>
Hittegolven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matige betrouwbaarheid dat lengte of aantal zijn toegenomen in veel gebieden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeer waarschijnlijk toename in de meeste terrestrische gebieden</li> </ul>
Extreme neerslag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarschijnlijk meer gebieden met toename dan afname</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarschijnlijk toename in veel gebieden</li> </ul>
Overstromingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperkt bewijs voor veranderingen in frequentie rivieroverstromingen op regionale schaal</li> <li>• Lage betrouwbaarheid voor richting van veranderingen van rivieroverstromingen op wereldschaal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage betrouwbaarheid in veranderingen in rivieroverstromingen</li> <li>• Matige betrouwbaarheid voor toename lokale overstromingen in sommige regio's door intensievere neerslag</li> </ul>
Droogte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matige betrouwbaarheid over toename van intensiteit en duur; vooral West Afrika en Zuid Europa</li> <li>• Afname van droogte in sommige gebieden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matige betrouwbaarheid dat intensiteit van droogtes toeneemt in sommige gebieden</li> </ul>
Tropische stormen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage betrouwbaarheid dat activiteit is toegenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarschijnlijk toename in maximale windsnelheid; niet in alle bekkens</li> <li>• Waarschijnlijk afnemende of gelijkblijvende frequentie</li> </ul>
Extra-tropische stormen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage betrouwbaarheid dat storm tracks naar de polen zijn verschoven op het noordelijk en zuidelijk halfrond</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matige betrouwbaarheid voor afname in aantal</li> <li>• Matige betrouwbaarheid dat storm tracks naar polen verschuiven</li> </ul>
Extreme zeewaterstanden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarschijnlijk toegenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeer waarschijnlijk toename door zeespiegelstijging</li> </ul>

Tabel 1 Veranderingen in weersextremen op mondiaal niveau (gebaseerd op Field et al., 2012)

Van groot belang voor veel kustgebieden, zoals Vlaanderen, zijn veranderingen in het gemiddelde zeeniveau. Door thermische expansie van het zeewater en veranderingen in de massabalans van gletsjers en ijskappen stijgt de zeespiegel. Verschillende reconstructies van de zeespiegel laten zien dat dit geldt voor het wereldgemiddelde van de zeespiegel (Figuur 14).





Figuur 14 Wereldgemiddelde van de zeespiegel (Church en White, 2011)

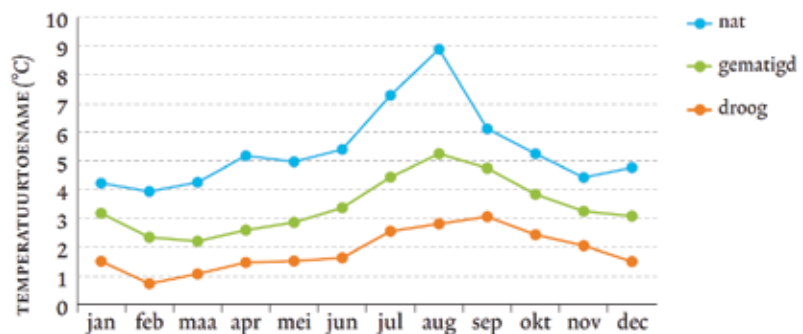
De projecties van het IPCC in 2007 gaven aan dat de gemiddelde zeespiegel zou stijgen tussen de 18cm en 59cm tegen 2100. Recente studies geven aan dat deze projecties wellicht zeer voorzichtige voorspellingen waren (Rahmstorf, 2010). Over de periode 1880-2010 wordt er een statistisch significante versnelling van de zeespiegelstijging gevonden (Church en White, 2011). Daarenboven zou het afsmelten van de ijskap van Groenland resulteren in een hoger getij-amplitude in het zuidelijk halfrond, omdat er minder massa/aantrekkingskracht is rond Groenland. Het afsmelten van de Antarctische ijsplaat zou het omgekeerde veroorzaken, namelijk een hogere getij-amplitude in noordelijk halfrond. De prognose is dat de Groenlandse ijsplaat gevoeliger is voor temperatuurstijging, en dus het zuidelijk halfrond te maken zal krijgen met zeespiegelstijging. Het afsmelten van de Groenlandse ijskap gedurende het laatste decennium verliep tot drie maal sneller dan gedacht (Robinson et al., 2012). De Groenlandse ijskap wordt immers doorsneden door talrijke rivieren van smeltwater en tunnels tot diep onder deze ijskap – dergelijke processen zouden het afsmelten dramatisch kunnen versnellen. Recent voorspelde de Amerikaanse onderzoeksraad een globale stijging van de zeespiegel met 8-23 cm tegen 2030, 18-48 cm tegen 2050 en 50-140 cm tegen 2100. Op nog langere termijn, in het jaar 2200 zou de stijging uitkomen op 150-350 cm.

Voor veel kustgebieden, zoals Vlaanderen, hebben veranderingen in het gemiddelde zeeniveau enorme gevolgen. Bovendien laten verschillende reconstructies van de zeespiegel zien dat zeespiegelstijgingen lokaal kunnen afwijken van dit wereldgemiddelde door verschillen en veranderingen in zeestromingen en wind. De Noordzee is relatief gevoelig voor een mondiale zeespiegelstijging. Voor de Vlaams-Nederlandse kust betekent dit dat de meeste kustveiligheidsplannen intussen achterhaald zijn. De schattingen van het KNMI voor de Nederlandse kust uit 2006 waren gebaseerd op een mondiale zeespiegelstijging van 18-59 cm en berekenden voor de Noordzee een stijging van 35-85 cm tegen 2100 (Van den Hurk et al., 2006). Op basis van de nieuwere voorspellingen zouden we daar reeds in 2050 mee geconfronteerd worden.

### 3.2 Klimaatverandering op Vlaams niveau

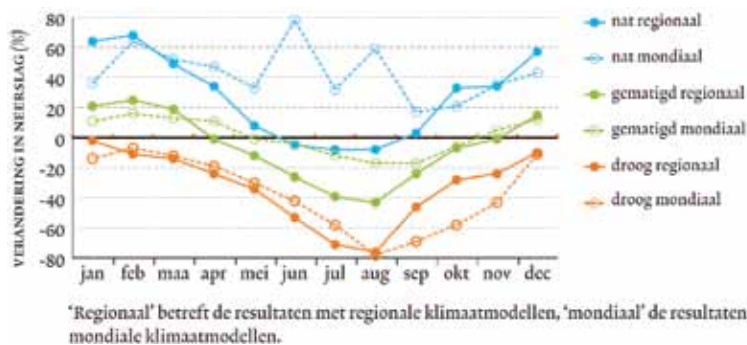
Reeds vorige eeuw trad in België een stijging op van de gemiddelde temperatuur met ongeveer 1,5°C (KMI, 2009). Merkwaardig is dat deze stijging niet uniform optrad maar voorkwam in twee relatief abrupte fasen (rond 1910 en aan het einde van de jaren 1980). Binnen het CCI-HYDR project (*Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium*) werden scenario's (tijdhorizon 2100) voor de gemiddelde en extreme temperaturen in België ontwikkeld (<http://www.kuleuven.be/hydr/CCI-HYDR.htm>). Er kan duidelijk worden vastgesteld dat de klimaatverandering voor een aanzienlijke stijging van de gemiddelde temperatuur zal zorgen, tussen minimum 2°C en maximaal 9°C (Figuur 15). De minimumtemperatuur zal toenemen, waardoor het aantal vorstdagen in Vlaanderen drastisch zal afnemen (Brouwers et al., 2009). Maar ook het aantal hittegolven zal toenemen.

In België zal de verwachte evolutie van de neerslag drastisch verschillen tussen winter en zomer. De prognoses voor de evolutie van de neerslag in de winter tijdens de 21<sup>ste</sup> eeuw geven een matige stijging aan. De



Figuur 15 Evolutie van de maandgemiddelde omgevingstemperatuur volgens drie klimaatscenario's (vergelijking scenario-periode 2070-2100 t.o.v. klimaatperiode 1970-2000).  
(Van Steertegem et al., 2009)

verandering in de zomerneerslag is complexer. Er zou minder regen vallen (lagere volumes neerslag in de zomer), maar zware zomerstormen kunnen meer extreem en vaker optreden, hoewel niet alle klimaatmodellen het eens zijn over dit laatste (Ntegeka et al., 2008a, b). De mogelijke verandering in de neerslag toont ook kleine regionale verschillen binnen België. In de kustregio is de wijziging 10% hoger dan in het binnenland, zowel voor de zomerperiode als de winterperiode. Voor de zomer betekent dit dat de daling van de neerslag minder sterk is in de kustregio (het toekomstige klimaat is dichterbij het huidige klimaat). In de winter resulteert dit in een extra toename van de neerslag van 10% in de kustregio (Brouwers et al., 2009).



*Figuur 16 Evolutie van de maandgemiddelde procentuele verandering in neerslag volgens drie klimaatscenario's (vergelijking scenarioperiode 2070-2100 t.o.v. klimaatperiode 1970-2000). (Van Steertegem et al., 2009)*

In het CLIMAR-project (o.a. Ozer et al., 2008) werd in Oostende de trend van het jaarlijkse gemiddelde zeeniveau (MSL) vanaf 1929 tot en met 2001 geanalyseerd waaruit blijkt dat het niveau steeg met 20 cm. Prognoses voor de zeespiegelstijging variëren tussen 20 cm en 200 cm, maar de ondergrens is wellicht reeds achterhaald op basis van recente studies over het versneld afsmelten van de Groenlandse ijskap tegen 2100.

Hoewel de impact van de opwarming van de aarde op het optreden van extreme omstandigheden onzeker blijft, wordt een tendens naar meer extreme stormen verwacht, die echter nog niet werd gekwantificeerd (IPCC, 2007; EEA, 2005). Een analyse van de windgegevens werd bijvoorbeeld uitgevoerd in het kader van het CLIMAR-project, maar leverde geen duidelijke aanwijzingen van veranderingen in windpatronen. De gemiddelde windsnelheid zou op het einde van deze eeuw 10 tot 20% hoger kunnen liggen dan vandaag (Van Steertegem et al., 2009).

Een lange periode zonder of met zeer weinig neerslag zal van invloed zijn op verschillende sectoren van onze samenleving. Het concept van droogte (men spreekt soms ook over een tekort aan waterbeschikbaarheid voor een gebruiker of in een gebied) is echter niet eenvoudig en gemakkelijk

te definiëren. Over een langere periode speelt zeker het regenvaltekort een cruciale rol in de karakterisering van de ernst van de droogte, maar ook andere parameters (zoals wind, temperatuur, hoeveelheid water in de bodem aanwezig) spelen een belangrijke rol. Het KMI (2009) bestudeerde de droogteperioden gedurende de 20<sup>ste</sup> eeuw en vond geen significante evolutie. Terwijl en doordat droogte een interpreteerbaar begrip is, afhankelijk van het gebied van onderzoek, zijn er geen “droogte” scenario’s als zodanig beschikbaar in Vlaanderen. Op basis van de huidige kennis werden nog geen scenariostudies over droogte-effecten op de geografische schaal van Vlaanderen uitgevoerd, behalve voor laagwater in bevaarbare rivieren en kanalen (Brouwers et al., 2009; Baetens et al., 2004; Baetens et al., 2005; De Boeck et al., 2012a; De Boeck et al., 2012b; Michielsen et al., 2012a; Michielsen et al., 2012b; Vanderkimpfen et al., 2012).

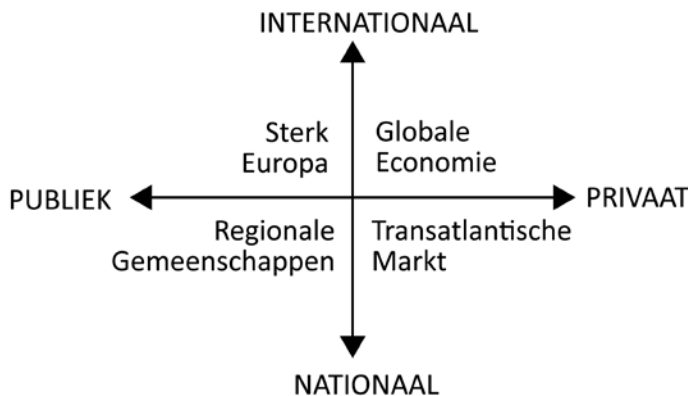
Rivierafvoer wordt bepaald door veel factoren zoals klimaat, landgebruik, bodemtype en debietregeling. Dit complexe systeem zal interageren en uiteraard worden beïnvloed door de veranderingen van temperatuur, neerslag en verdamping, als gevolg van klimaatverandering (d’Ieteren et al., 2003). In Brouwers et al. (2009) werd het effect van door klimaatverandering geïnduceerde neerslagveranderingen op de debieten van rivieren en overstromingsfrequentie (met het huidige landgebruik) gesimuleerd voor de bevaarbare rivieren. De resultaten waren verschillend voor winter en zomer: enkel voor het hoogste scenario (nat klimaatscenario, NARA 2030 (Dumortier et al., 2009)) is er een duidelijke toename van het overstromingsrisico, voor het laagste scenario (droog klimaatscenario, NARA 2030) is er een duidelijke afname van het overstromingsrisico. De toename van het aantal en de omvang van overstromingen (vooral langs de rivieren in de winter) is relatief beperkt. Piekafvoeren in de rivieren zouden toenemen met een maximum van 35% in het meest ongunstige scenario.

### **3.3 Socio-economische projecties voor Vlaanderen**

Toekomstige kwetsbaarheid kan niet voorspeld worden uitsluitend op basis van de klimaatscenario’s, veranderingen in de socio-economische omstandigheden dragen ook bij. Scenario’s zijn een gebruikelijk instrument om mogelijke toekomstbeelden te illustreren. De voorspelling van de socio-economische scenario’s is niet eenvoudig want het is een gevolg van een zeer complexe set van aansturende factoren. De recente financiële crisis bijvoorbeeld heeft eens te meer aangetoond dat dergelijke onverwachte gebeurtenissen met een enorme impact op de socio-economische situatie in de wereld kunnen voorkomen en moeilijk te voorspellen zijn.

Mondiale (of nationale) socio-economische scenario's worden vertaald in een aantal belangrijke socio-economische parameters (Berghout en Van Drunen, 2007). De eerste parameter is de economische ontwikkeling, meestal met inbegrip van de mate van ontwikkeling (vb. groei van het bbp) en de aard van de economie in termen van de handelsstromen en overheidsregulering en de levering van diensten (vb. geglobaliseerde versus regionale economie, open versus gereguleerde economie). De tweede dimensie is de aard van bestuur. Dit is meestal gerelateerd aan de relatieve invloed van de nationale regeringen ten opzichte van internationale organisaties (vb. VN, EU) en eventuele particuliere bedrijven (multinationals). De derde dimensie heeft betrekking op technologische veranderingen.

Scenario's worden vaak gebruikt als een manier om om te gaan met onzekerheid. In een dergelijk geval wordt geen uniek scenario van de toekomst beschouwd, maar meerdere scenario's worden onderzocht die samen een breed scala van mogelijke toekomstige vormen (Van Drunen en Berghout, 2009). Veel scenariostudies maken gebruik van een assenstelsel om hun toekomstbeelden in kaart te brengen. In zo'n assenstelsel worden twee belangrijke onzekerheden met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen op twee assen haaks tegenover elkaar uitgezet, resulterend in vier kwadranten die elk een specifiek toekomstbeeld vertegenwoordigen. Het bekendste voorbeeld hiervan zijn de SRES (*Special Report on Emission Scenario's*)-scenario's (IPCC, 2000), die als basis zijn gebruikt voor de IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)-assessments (IPCC, 2007). De SRES scenario's maken gebruik van de twee factoren: de mate van globale samenwerking in economie en politiek (internationaal versus nationaal) en de rol van de overheid in het reguleren van markten (publiek versus privaat) (Figuur 17).



Figuur 17 Assenstelsel en scenariofamilies zoals gebruikt in het *Special Report on Emission Scenario's* (IPCC, 2000)

Een ander belangrijk begrip is dat de scenario's vaak gebaseerd zijn op de extrapolatie van de huidige trends. De extrapolatie houdt in dat eventuele discontinuïteiten (onverwachte gebeurtenissen of veranderingen veel sneller dan op dit moment) niet worden beschouwd. Dergelijke onver-

wachte gebeurtenissen (bv. natuurrampen, financiële middelen, enz.) kunnen een grote invloed hebben op de samenleving en zijn vaak belangrijke drijfveren voor verandering.

Vanwege de grote onzekerheden die gepaard gaan met het voorspellen of extrapoleren van trends zijn socio-economische projecties vaak gelimiteerd tot een aantal decennia. Niettemin is er behoefte aan een langere-termijnindicatie van verandering in socio-economische variabelen. Dit is vooral het geval in de beoordeling van klimaateffecten want de gevolgen van klimaatverandering zullen waarschijnlijk beperkt zijn in de eerstkomende decennia, maar zullen des te meer uitgesproken zijn in de tweede helft van de 21<sup>ste</sup> eeuw. Het verschil tussen de scenario's voor klimaatverandering voor de komende decennia is ook beperkt (mede omdat een derde van de opwarming halverwege deze eeuw zal te wijten zijn aan al veroorzaakte klimaatverandering). Resultaten van studies in België zijn schaars. Het Federaal Planbureau is overgegaan tot een langetermijnprognose van demografische parameters naar het jaar 2060, als onderdeel van een studie over de vergrijzingsproblematiek (Federaal Planbureau, 2008). In het CLIMAR-project is onderzoek verricht waarbij lange termijn socio-economische scenario's werden ontwikkeld en toegepast voor een aantal sectoren zoals toerisme aan de kust (Van den Eynde et al., 2011). Het eindresultaat van een socio-economisch scenario op lange termijn moet worden aangezien als een 'wat-als' kwestie. Omdat dit beperkingen oplegt worden langetermijnscenario's dan ook waarschijnlijk het best gebruikt om de (brede) bandbreedte van mogelijke toekomst te illustreren, en niet zozeer om individuele scenario's te verkennen en hieraan een bepaald belang te hechten.

Vrij recent hebben de Milieuverkenning 2030 (Van Steertegem Ed., 2009), de Natuurverkenning 2030 (Dumortier et al., 2009) en de onderliggende studies van het Federaal Planbureau (Hertveldt, 2009) prognoses ontwikkeld voor een aantal sociale, economische en ecologische indicatoren voor het jaar 2030 (en deels tot 2060). In Milieuverkenning 2030 worden twee scenario's bekeken: een referentiescenario met extrapolatie van het huidige milieubeleid, en een Europa scenario waarin verondersteld wordt dat aan alle Europese richtlijnen (op het vlak van energie en klimaat, water- en luchtkwaliteit) voldaan wordt in 2030. Qua onderliggende aannames valt het MIRA-Europa scenario in het 'Sterk Europa' kwadrant (Figuur 17) van de SRES-scenario's. Om een breder beeld te krijgen van mogelijke toekomstprojecties van Vlaanderen zijn binnen CcASPAR ook projecties ontwikkeld voor alle vier de kwadranten, welke daarna ruimtelijk zijn vertaald met behulp van een landgebruiksmodel (De Moel et al., 2012). In Tabel 2 zijn een aantal scenario variabelen gegeven en wordt de toename van verschil-

lende types landgebruik in de verschillende scenario's aangegeven (De Moel et al., 2012). Een positief percentage veranderingen in landgebruik betreft een vraag naar extra areaal land in 2030. Zo staat 20% voor een vraag van een 20% groter areaal dan het huidige grondgebruik. Een percentage van 0% betekent dat een even groot areaal in de toekomst gevraagd wordt. Een '-' houdt in dat geen specifieke vraag geformuleerd is en netto het areaal dus minder zal worden daar het totaal landoppervlak van Vlaanderen gelijk blijft. De percentages voor het scenario 'Sterk Europa' zijn grotendeels gebaseerd op de uitkomsten van Gobin et al. (2009), die de scenario's van de Milieuverkenning 2030 ruimtelijk vertaald hebben. Differentiatie met de andere scenario's is daarna gemaakt aan de hand van gegevens uit de Nederlandse WLO studie, die voor alle vier de kwadranten socio-economische projecties geformuleerd heeft.

	Heden (2007)	Globale Econo- mie (2030)	Transatlantische markt (2030)	Sterk Europa (2030)	Regionale Gemeenschap- pen (2030)
Bevolking	6.050.000	6.900.000	6.360.000	6.780.000	6.050.000
Aantal huishoudens	2.500.000	3.210.000	2.960.000	3.080.000	2.750.000
Economische Groei	-	2,5 %/jaar	2,0 %/jaar	1,8 %/jaar	1,0 %/jaar
<i>Landgebruiksklasse</i>					
Kernstad	19.443 ha	51%	17%	51%	0%
Randstedelijk en dorpen	165.092 ha	22%	17%	22%	8%
Lint- en losse bebouwing	50.339 ha	40%	17%	2%	12%
Industrieel	20.682 ha	27%	20%	17%	5%
Dienstverlening	2.732 ha	31%	23%	20%	8%
Serre	2.661 ha	90%	90%	90%	90%
Veeteelt	118.713 ha	-	-	-	-
Akkerbouw	423.541 ha	-	-	-	-
Natuur - landbouw	195.875 ha	-	8%	15%	25%
Natuur - bosbouw	246 ha	0%	0%	15%	15%
Natuur - recreatie	166.176 ha	9%	-	15%	0%
Kernnatuur	141.169 ha	0%	-	15%	19%
Infrastructuur (vast)	38.720 ha	0%	0%	0%	0%
Water (vast)	16.225 ha	0%	0%	0%	0%

*Tabel 2 Overzicht van socio-economische parameters onder vier scenario's voor Vlaanderen en bijbehorende toenames in verschillende typen landgebruik.*

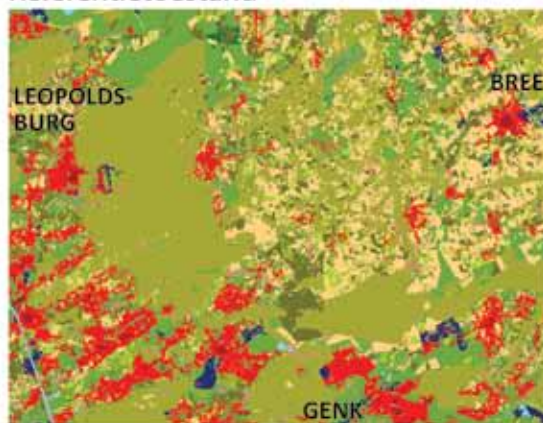
De toenames in landgebruik uit de vier scenario's zijn ruimtelijk expliciet gemaakt met behulp van de Ruimtescanner (Hilferink en Rietveld, 1999), een model dat toenames in ruimtegebruik toewijst op basis van

verschillende types geschiktheidskaarten (fysisch, socio-economisch, beleid) die aangeven hoe geschikt een bepaald stuk grond is voor een bepaald landgebruik. Deze projecties van toekomstig landgebruik laten zien dat de druk op het land sterk is. In de scenario's met weinig overheidsregulatie ('Globale Economie' en 'Transatlantische markt') is te zien dat verstedelijking versnipperd optreedt in de buurt van steden, met name Antwerpen, Brugge en Kortrijk. Dit staat in tegenstelling tot de scenario's waarin de overheid een grotere rol speelt, waarbij verstedelijking veel dichterbij de stadskernen plaatsvindt. Verder zien we in de 'Globale Economie' en 'Transatlantische markt' scenario's dat natuur aan de kust omgezet wordt in natuur-recreatie. In de scenario's met grote overheidsinvloed ('Sterk Europa' en 'Regionale Gemeenschappen') is te zien dat in het oosten van Vlaanderen en het noordwesten (bij Zeebrugge), grasland en akkerland omgezet wordt in natuur-landbouw. Figuur 18 toont deze ruimtelijke vertaling van de scenario's voor een deelgebied van de Kempen. De druk van urbaan landgebruik (rood) is duidelijk te zien in deze regio, welke in het 'Regionale Gemeenschappen' duidelijk het laagst is. Ruimtelijke projecties van landgebruik aan de kust zijn gebruikt om toekomstige overstromingsrisico's in te schatten en het potentieel van risicozonering te bepalen (zie 12.4).

Zowel het formuleren van toekomstige socio-economische scenario's, alsmede de ruimtelijke vertaling daarvan is beperkt in zijn toepassing vanwege vele aannames en onzekerheden. Bij het formuleren van scenario's wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met heftige plotselinge gebeurtenissen (zoals de krediet-/eurocrisis), zo ook niet in de oefening zoals hier uitgevoerd. Daarom dient een breed scala aan scenario's gebruikt te worden. De ruimtelijke vertaling is buiten het achterliggende scenario, sterk afhankelijk van de geografische gegevens die beschikbaar zijn voor de allocatie. Hoogwaardige kaarten zoals de landschapskarakteristieken (zie 4.3) en de gevoeligheidskaarten (zie 4.5) die binnen dit project zijn gemaakt kunnen de ruimtelijke vertaling verder verbeteren. Verder is de interpretatie van resultaten niet altijd even eenvoudig, daar naar grootschalige processen gekeken wordt en het gros van het landgebruik niet verandert.



## Referentietoestand



## Legende

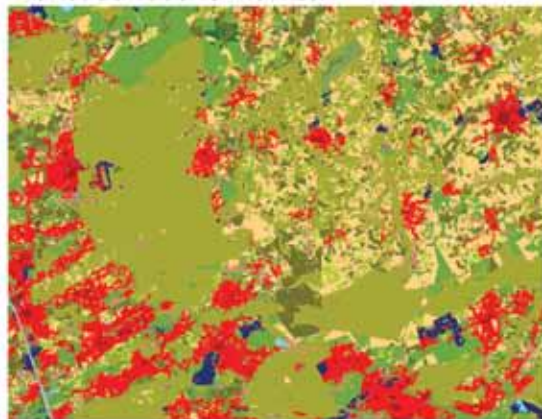
Residentieel - Hoge dichtheid	Horticultuur
Residentieel - Medium dichtheid	Veeteelt
Residentieel - Lage dichtheid/Ruraal	Agricultuur
Industriezone	Natuur - Agricultuur
(niet-) commerciële diensten	Natuur - Bos
Infrastructuur	Natuur - Recreatie
Water	Kernnatuur



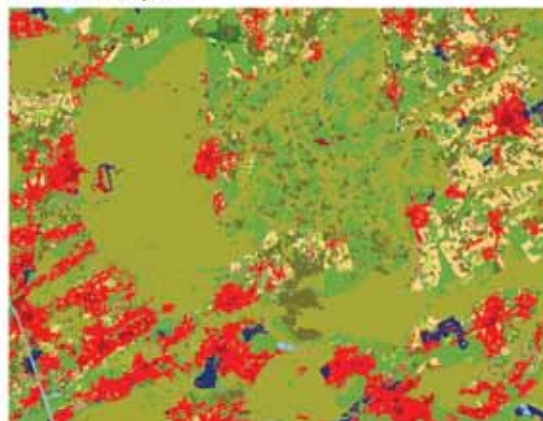
## Regionale Gemeenschappen



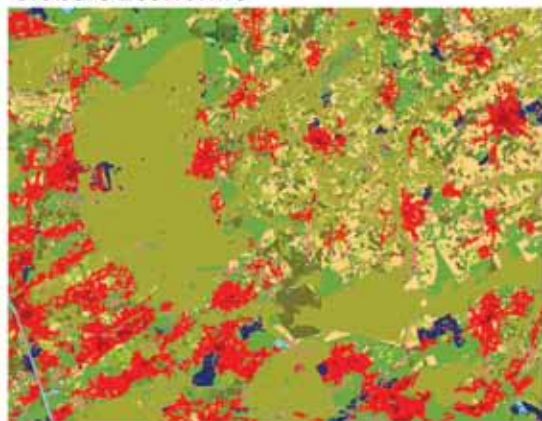
## Transatlantische markten



## Sterk Europa



## Globale Economie



*Figuur 18 Landgebruikprojecties voor het deelgebied Leopoldsburg-Bree-Genk van de Kempen in 2050*

### 3.4 Enkele belangrijke impacten van klimaatverandering voor Vlaanderen

Uit het vorige onthouden we dat klimaatverandering veranderingen bij de bedeling van (primaire) klimaateffecten kan opleveren, maar ook dat veranderingen van de socio-economische variabelen (drijvende krachten en factoren) doorwerken in het ruimtegebruik. Dat laatste betekent dat de landbedekking (*landcover*) beïnvloed zal worden. Wanneer de klimaateffecten interactie aangaan met het ruimtegebruik dan kan dit aanleiding geven tot (secundaire) effecten, zoals bijvoorbeeld een overstroming. Wanneer veranderende klimaateffecten en een veranderend ruimtegebruik interactie aangaan kunnen de (secundaire) effecten groter, maar ook kleiner zijn of verdwijnen. Er kunnen ook nieuwe effecten ontstaan.

Een andere vraag die zich stelt is of het gaat over effecten die men nu al verwacht of eerder in de toekomst? Bij klimaatverandering kijkt men in eerste instantie richting toekomst, op de middellange en langere termijn, bijvoorbeeld welke zeespiegelstijging verwachten we tegen 2100? Zoals in het begin van dit boek reeds werd aangehaald, kunnen variatie en extremen bij de bedeling van de (primaire) effecten, nu ook al effecten genereren die men normaal pas in de toekomst verwacht.

De effecten die optreden als gevolg van de interactie tussen het klimaat en de landbedekking benoemen we in CcASPAR als de impacten<sup>1</sup>. Deze redenering volgt de opbouw van het theoretisch raamwerk opgesteld in het IPCC met betrekking tot kwetsbaarheid (Bernstein et al., 2007). Daar wordt de kwetsbaarheid gedefinieerd als een functie van de blootstelling aan (primaire) effecten (vb. temperatuur, neerslag, etc.), de gevoeligheid (vb. valleigebieden zijn gevoelig voor overstroming) en de adaptieve capaciteit (vb. een overstromingsvoorspeller). Hierin zijn de impacten te beschouwen als het product van de blootstelling en de gevoeligheid. Het geeft aan waar welk effect zich in welke mate voordoet. Men karteert de plaats waar het effect zich voordoet en de hoeveelheid of hevigheid. Het product van de impacten en de adaptieve capaciteit bepaalt in theorie vervolgens de kwetsbaarheid, maar daar komen we verder in het boek op terug.

In navolging van Rannow et al. (2010) werd een impactentabel opgemaakt voor de regio Vlaanderen. Hierin werd een eerste set van relevante ruimtelijke impacten opgenomen. De tabel vormt geen exhaustieve lijst. De eerste kolom geeft verschillende impacten weer en in de tweede kolom worden de

---

<sup>1</sup> Om discussies te vermijden met betrekking tot de categorisering van de graad van effecten (i.e. secundaire, tertiare, enzovoort) worden alle effecten, op de primaire effecten na die de blootstelling bepalen, gedefinieerd als impacten.

impacten uitgelegd. De derde kolom brengt de referenties samen voor elke respectievelijke impact. De referenties geven aan of het effect al dan niet gekend is. Dat kunnen zowel historische gebeurtenissen zijn, meetdata, als impactdefinities, zoals bijvoorbeeld voor een hittegolf. Als een maatschappij of regio voor bepaalde impacten adaptieve capaciteit heeft ontwikkeld onder de vorm van plannen, processen, programma's, protocollen of instrumenten, dan kan men logisch afleiden dat de desbetreffende regio gevoelig is of was voor deze impacten en in het verleden reeds actie heeft ondernomen. Op dat moment heeft het systeem middelen (*resources*) aangewend om een antwoord te formuleren, weergegeven in de vierde kolom. Het kan gaan om adaptieve capaciteit in plaats (vigerend), onderweg (bij het maken van beleid), in onderzoek bij kennisinstellingen of in opmars. Dat laatste heeft betrekking op maatschappelijk debat waarbij nieuwe ideeën hun opgang maken, zoals bijvoorbeeld het energietransitiedebat.

Impact	Beschrijving	Historische Referentie	Adaptieve capaciteit (AC) in plaats, onderweg, in ontwikkeling en in opmars.
<b><i>Plotse extreme gebeurtenis</i></b>			
Hittegolf	<p>Verhoogde zomertemperaturen kunnen aanleiding geven tot meer hittegolven. Variatie en extremen kunnen de duur van de hittegolven rekken, waardoor de extreme temperaturen nog verder kunnen oplopen. Hitegolven en extreme temperaturen zijn een bedreiging voor de menselijke en dierlijke gezondheid.</p> <p>Definitie hittegolf: Max. temp. ten minste 5 dagen <math>\geq 25^{\circ}\text{C}</math>, waarvan ten minste 3 dagen <math>\geq 30^{\circ}\text{C}</math>.</p>	<p>Verschillende hittegolven werden gedocumenteerd door de geschiedenis heen (KMI) – enkele voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in de zomer van 1911 (juli, augustus, september) loopt de temperatuur op boven de <math>32^{\circ}</math>;</li> <li>- in 1932 verhoogt de temperatuur 7 dagen boven de <math>30^{\circ}</math>, in Oostende aan de kust boven de <math>36^{\circ}</math>;</li> <li>- 3,62% extra sterfgevallen tijdens de hittegolf in de zomer van 2003</li> </ul>	<p>AC in plaats:            Waarschuwing via mediakanalen voor bijvoorbeeld hydrateren, vermijden van zware inspanningen; verminderen waterverbruik, enz.</p> <p>Informatie: <a href="http://www.meteo.be">www.meteo.be</a></p>
Stedelijk hitte-eilandeffect	<p>Verhoogde en meer langdurige zomertemperaturen kunnen aanleiding geven tot het stedelijk hitte-eilandeffect, wat resulteert in verhoogde luchtomgevingstemperaturen gedurende de avond en nacht. Deze temperaturen vormen een bedreiging voor de menselijke en dierlijke gezondheid.</p>		<p>AC in plaats:            Kennis voornamelijk in ontwikkeling. Lopend onderzoek:            Opmaak hittekaart Gent, Vito i.s.m. AMRP-UGent (2012-2013);</p> <p>Literatuur :            Hamdi et al., (2008), (2009);            Van Weverberg et al., (2008);            Brits et al., (2009).</p>

Pluviale overstroming	Seizoensgebonden veranderingen en veranderingen in de intensiteit van de neerslag kunnen aanleiding geven tot frequentere zware regenval. Meer extreme regenval in combinatie met landbedekking karakteristieken die een hoge run-off veroorzaken, al of niet in combinatie met een ontoereikend rioleringsstelsel, kunnen aanleiding geven tot lokale overstromingen. Plotselinge overstromingen veroorzaken potentieel schade aan gebouwen en privé-eigendom.	Er zijn verschillende referenties op lokaal niveau, maar die worden niet bijgehouden in een centraal systeem, waardoor het moeilijk te achterhalen is.	<p>AC in plaats: Bijvoorbeeld watermanagement op (inter-) gemeentelijk niveau, bouwen van retentiebekkens.</p> <p>Informatie: Potentiële data onder andere bij Aquafin en voornamelijk kennis op gemeentelijk niveau.</p> <p>In onderzoek / Onderweg: Om het hoofd te kunnen bieden aan de grotere extreme regenbuien zullen gemiddeld in Vlaanderen 20% tot 30% bijkomende buffervoorzieningen moeten gebouwd worden (CCI-HYDR.htm, 2009)</p>
Fluviale overstroming	Seizoensgebonden veranderingen en veranderingen in de intensiteit van de neerslag kunnen aanleiding geven tot het vaker voorkomen van overstromingen uit de rivier en dat zowel in de winter als de zomer. Rivieroverstromingen veroorzaken schade aan gebouwen en structuren in de uiterwaarden.	<p>Er zijn sinds het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw door het KMI gebeurtenissen met overstroming vanuit de rivieren geregistreerd, zowel in de zomer als in de winter. Oorzaken kunnen bijvoorbeeld overvloedige regenval of het smelten van sneeuw zijn. Enkele voorbeelden zijn: januari 2011, november 2010, mei en juli 2009, juni en juli 1980, februari 1977, november 1962, juli 1910.</p> <p>Het documenteren van de recente overstroomde gebieden (ROG) sinds 1988 is een referentie op zich.</p>	<p>AC in plaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- overstromingsvoorspeller;</li> <li>- opname waterschade in verplichte brandverzekering</li> <li>- risicokaart overstromingen</li> <li>- watertoets (+herziening)</li> <li>- GOG's; GGG's;</li> <li>- viertrapsstrategie (vasthouden, bufferen, transporteren, waarschuwen)</li> <li>- loskoppelen regenwater en infiltreren;</li> <li>- ...</li> </ul> <p>Literatuur: Coninx, I. en Bachus, K., (2009)</p>
Stormvloed	Smeltend ijs en het verhogen van de watertemperatuur veroorzaken stijging van de zeespiegel. In combinatie met het vaker voorkomen van westelijke tot noordwestelijke stormen zal dit resulteren in een toename van meer extreme stormvloed. Stormvloed kunnen leiden tot een verhoogde erosie van de kust, schade aan gebouwen en structuren, in het bijzonder in de havens. Dijkbreuk en inlandse overstroming kunnen aanleiding geven tot ernstige schade en de levens van mens en dier in gevaar brengen.	Bij de watersnoodramp van 1953, zijn Nederland, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Denemarken en Vlaanderen / België getroffen, door een combinatie van springtij en een noordwestelijke storm met veel schade en slachtoffers. De stormvloed van januari 1976 geeft direct aanleiding tot de opmaak van het SIGMA-plan.	<p>AC in plaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de polderwet (1957);</li> <li>- een waarschuwingssysteem (1959);</li> <li>- de oprichting van de civiele bescherming om het menselijk leed te verlichten bij overstromingen (1963);</li> <li>- Uitkeren van schadeloosstelling in sommige gevallen (1976);</li> <li>- SIGMA-plan (1976) + herziening 2005</li> <li>- Masterplan Kustveiligheid (2011)</li> <li>- ...</li> </ul>

Droogte	Droogte (geen of verminderde neerslag) verwijst naar een tijdelijke afwijking van de natuurlijke watercyclus van het langetermijngemiddelde. De status van de waterlichamen kan beïnvloed worden door vraag en aanbod, in combinatie met veranderingen in de frequentie, duur en intensiteit van de droogte.	Het voorjaar van 2011 wordt door de boeren als het droogste ooit bestempeld. Een kwart van alle landbouwgronden in Vlaanderen lijdt aan droogtestress, (Luc Busschaert in Het Nieuwsblad op 17.05.2011)	
Bosbrand	Meer frequente hittegolven en veranderingen in neerslag veroorzaken potentieel langere droogtes en verhogen het risico op bosbranden. Bosbranden veroorzaken schade aan de bosbouw. Ze kunnen ook schade aan gebouwen en structuren, alsmede natuurgebieden, mensen en dieren, inclusief ecosystemen. Recreatie of algemeen menselijke druk is de grootste factor op bosbranden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosbranden in Hoge Venen door neerslagtekort (1911);</li> <li>- Zonnigste zomer van de eeuw, met een totaal van 825 uur zonneshijn (normaal : 586 uur). Er ontstaan bosbranden op meerdere plaatsen en rond 19 september worden zelfs enkele gehuchten door de vlammen bedreigd. (1947);</li> <li>- Brand Hoge Venen, aangewakkerd door de wind van meer dan 70km/h (1968);</li> <li>- Droogte, die sedert begin maart aanhoudt, veroorzaakt in april bosbranden in Limburg (1971);.</li> <li>- Langdurige droogte veroorzaakt verschillende bosbranden in de Hoge Venen (1976);</li> <li>- Grootste ecologische ramp in Vlaanderen als gevolg van een brand op de Kalmthoutse Heide waarbij 600ha verwoest is. Wortels en zaden werden verwoest door een in de diepte brandend proces (2011) [7].</li> </ul>	<p>AC in plaats: Samenwerking tussen verschillende brandweerkorpsen; Rampenplan;</p> <p>[7] ANB: <a href="http://www.natuurenbos.be">www.natuurenbos.be</a></p> <p>Onderweg: Vlaamse minister van Natuur trekt extra geld uit voor bestrijding bos en heidebranden (2012)</p> <p>Literatuur: Brys, R., Jacquemyn, H., De Blust, G. (2005); Jacquemyn, H., Brys, R., Neubert, M. G. (2005).</p>
Verglijdingen	<p>Meer zware regenval en veranderingen in vriesdooi cycli kunnen hellingen en taluds destabiliseren en verglijdingen veroorzaken.</p> <p>In Vlaanderen/België doen hellingsprocessen zoals verglijdingen zich voornamelijk voor als gevolg van menselijk ingrepen op hellingen (o.a. afgraven van de voet van een helling of ophogen van de bovenhelling in het kader van constructiewerken, slecht onderhouden van drainage grachten, graven van vijvers en zwembaden) tijdens nattere perioden [1].</p> <p>Beide oorzaken, i.e. druk uit het klimaat en de druk uitgeoefend door de mens, kunnen elkaar versterken en het risico verhogen.</p>	<p>Twee regio's zijn erkend als ongunstig voor verglijdingen in België – dat is in de Vlaamse Ardennen en het Land van Herve [2] [3]. Er liggen ruim 200 grondverschuivingen verspreid over de heuvels van een 430 km<sup>2</sup> groot studiegebied in de Vlaamse Ardennen. De grondverschuivingen doen zich vooral voor in de periode van november tot maart, met januari en februari als piekmaanden. Er zijn grote (&gt;1ha), met diep schuifvlak (&gt;3m) gekarteerd en kleine (&lt;1ha), met ondiep schuifvlak (&lt;3m). De kleinere traden voornamelijk op in de 20<sup>ste</sup> en 21<sup>ste</sup> eeuw [1].</p>	<p>AC in opmars: De lokale bevolking moet op de hoogte gebracht worden van gepaste preventie- en remediëringmaatregelen [1].</p> <p>Literatuur: [1](Van Den Eeckhout M., 2006); [2](Ost et al. 2003.); [3](Demoulin et al. 2003.).</p>

Ozon	Ozon is een sterk reactieve en onstabiele verbinding van drie zuurstofatomen (O <sub>3</sub> ). Ozon op leefniveau (de <i>troposfeer</i> ) ontstaat doordat op warme dagen het zonlicht (Ultra Violet licht) inwerkt op lucht verontreinigd met stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen. In deze luchtslaag is ozon schadelijk voor mensen, dieren, planten en materialen. Ozon kan tevens leiden tot ademhalingsproblemen, longfunctie-veranderingen, veroorzaakt bijvoorbeeld ook verminderde opbrengst en stressbestendigheid van gewassen, en degradeert sommige materialen en kunstwerken [4].	Meerdere waarschuwingen per jaar mogelijk. [5]	AC in plaats: Monitoring en verschillende waarschuwingen per jaar.  Informatie: [4] <a href="http://www.VMM.be">www.VMM.be</a> [5] <a href="http://www.meteo.be">www.meteo.be</a>
Zomersmog	Ook wel ozonsmog genaamd (fotochemische smog), treedt op wanneer er op warme en zonnige dagen (en weinig wind) te veel ozon in de lucht hangt. Ontstaan: zie ozon. Stoffen uit de “zomersmogcocktail” veroorzaken prikkelende ogen, hoesten en irritatie van de slijmvliezen [4].	Meerdere waarschuwingen per jaar mogelijk.	AC in plaats: Monitoring en verschillende waarschuwingen per jaar  Informatie: [4] <a href="http://www.VMM.be">www.VMM.be</a>  SMOG-ALARM: Aanmaning om maximum 90km/h te rijden op sommige snelwegen.
Wintersmog	Bevat geen ozon maar ontstaat als stoffen afkomstig van verkeer en industrie (fijn stof, roet en zwaveloxiden) zich mengen met atmosferisch water en een grijze mist vormen die blijft hangen (industriële smog)[4].		AC in plaats: Monitoring en verschillende waarschuwingen per jaar  Informatie: [4] <a href="http://www.VMM.be">www.VMM.be</a>
<b>Trage gebeurtenis</b>			
Waterschaarste	Hier wordt verdroging onder verstaan en dat is de vermindering van de waterinhoud van de watervoerende lagen en van de bodem door menselijke beïnvloeding. De waterbeschikbaarheid voor natuur en mens neemt af als gevolg van een structureel onevenwicht tussen vraag en aanbod. Naast vermindering, valt verandering van waterkwaliteit van de watervoerende lagen ook onder verdroging.	De meetresultaten van 507 tijdreeksen werden statistisch geanalyseerd voor de periode 1999-2009 ... verdroging blijft een groot probleem. Metingen tonen aan dat Vlaanderen en Brussel elk jaar tussen 1100 en 1700m <sup>3</sup> water per persoon beschikbaar heeft. Internationaal gezien is dit heel weinig.  België staat gekend als een waterschaarse regio [8].	AC in plaats: Monitoring van de grondwatertafel; waterbesparende maatregelen (vb. sanitair).  Informatie: [8] EEA Report No 4/2005

Erosie	Bodemerosie door water is een proces waarbij bodemdeeltjes door de impact van regendruppels en afstromend water worden losgemaakt en getransporteerd, hetzij laagsgewijs over een grote oppervlakte, hetzij geconcentreerd in geulen of ravijnen. Dit leidt onder meer tot een afname van de bodemkwaliteit en -productiviteit, maar ook tot belangrijke schade door modderoverlast in stroomafwaarts gelegen (woon)gebieden. Erosie is één van de belangrijkste vormen van bodemdegradatie in Vlaanderen [6].	Elk jaar erodeert ongeveer 2 miljoen ton bodem door water. Ongeveer 0,4 miljoen ton geërodeerde grond komt terecht in waterwegen.	De lokale bevolking moet op de hoogte gebracht worden van gepaste preventie- en remediëeringsmaatregelen [1].  Informatie: [6] dov.vlaanderen.be www.lne.be [10] Gillijns et al., jaartal 2004
Biodiversiteit	Veranderingen in de temperatuur en de neerslag en seizoensgebonden variatie zijn een belangrijke bedreiging voor de biodiversiteit. Zij zullen leiden tot een snelle verandering van de habitat condities die kunnen leiden tot een verhoogd verlies van soorten en biodiversiteit. Regio's met een groot deel aan gefragmenteerde of geïsoleerde habitats zijn extra kwetsbaar.	Jaarlijks worden 25 nieuwe uitheemse soorten geteld; 28% van plant- en diersoorten zijn bedreigd en staan op de rode lijst, waarvan 291 soorten bedreigd met verdwijning; 351 soorten bedreigd; en 339 kwetsbaar, 94 soorten gaan achteruit; 717 soorten zijn zeldzaam. (...) [9]	Informatie: www.natuurpunt.be; www.nara.be; www.natuurindicatoren.be; [9] www.inbo.be; www.milieurapport.be; www.natuurcompendium.nl; www.eea.eu.int; www.biodiv.org/gbo2; www.millenniumassessment.org;  NARA rapport; Habitat richtlijnen; Afbakening VEN; Opmaak rode lijsten (INBO).
Verzilting	/	Uit geleidbaarheidsmetingen van de verschillende waterproductielocaties aan de kust blijkt dat de zoet/zout watergrens als gevolg van abstractie beweegt. Zout water	AC in plaats: Monitoring zoet-zout-interface; Watermanagement polders  Informatie: dov.vlaanderen.be; www.vliz.be  Literatuur: (Vandenbohede et al., 2010); (Courten et al., 2010); (Vandenbohede et al., 2009).

*Tabel 3 Enkele belangrijke impacten in relatie tot het ruimtelijk functioneren*

## Hoofdstuk 4      Wie of wat past zich aan? Opbouw en gevoeligheid van een landschapsecologisch systeem

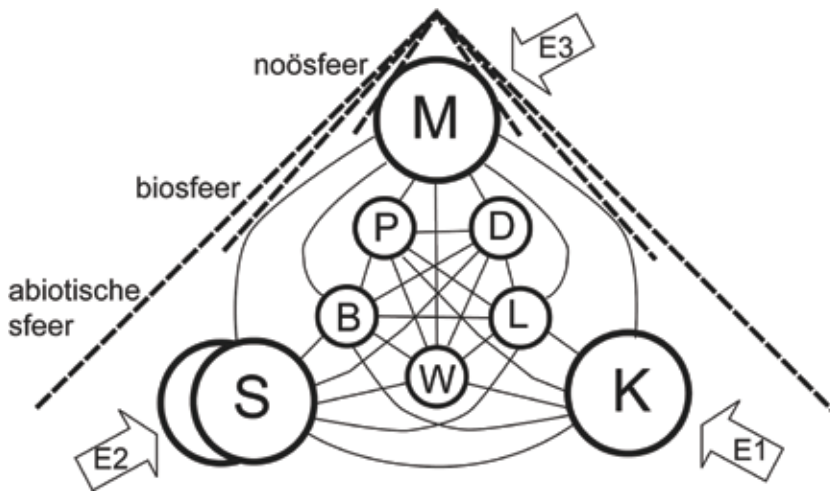
*Björn Verhofstede, Jan Staes, Tim Van Beveren, Veerle Van Eetvelde*

### 4.1      Opbouw van het landschapsecologisch systeem: landschap en relatie met mens en natuur

Het Vlaamse landschap is het resultaat van een eeuwenlange wisselwerking tussen natuur en mens en reflecteert hierdoor de identiteit en diversiteit van de verschillende regio's. Landschap vormt bijgevolg zowel het gemeenschappelijke natuurlijk en cultureel erfgoed als de ordinaire en buitengewone landschappen, stedelijke en rurale gebieden. Een internationaal erkende definitie is te vinden in de Europese Landschapsconventie waarin landschap beschreven is als een gebied, zoals waargenomen door de mens, waarvan het karakter het resultaat is van de actie en interactie tussen natuurlijke processen en menselijke factoren (Council of Europe, 2000). Landschappen worden gezien als perceptief, dynamisch en holistisch (Antrop, 2007). Het perceptieve karakter benadrukt dat landschappen waargenomen worden, waarneembare verschijningsvormen zijn van het land en milieu en bijgevolg bekeken kunnen worden vanuit de visie van de waarnemer. Het dynamische aspect geeft aan dat landschappen continu onderhevig zijn aan veranderingen die bepaald worden door verschillende processen, zoals verstedelijking, verkeerstoegankelijkheid, industrialisatie, maar zeker ook klimaatveranderingen en de daaruit voortvloeiende calamiteiten. Het holistische karakter slaat op het feit dat landschap een geheel is, een landschapsecologisch systeem waarbij de onderlinge relaties tussen de elementen, hun context en plaats in het hiërarchisch systeem belangrijk zijn. Hierbij wordt landschap beschouwd als metarealiteit, die de bindende samenhang tussen de delen van het systeem vormt.

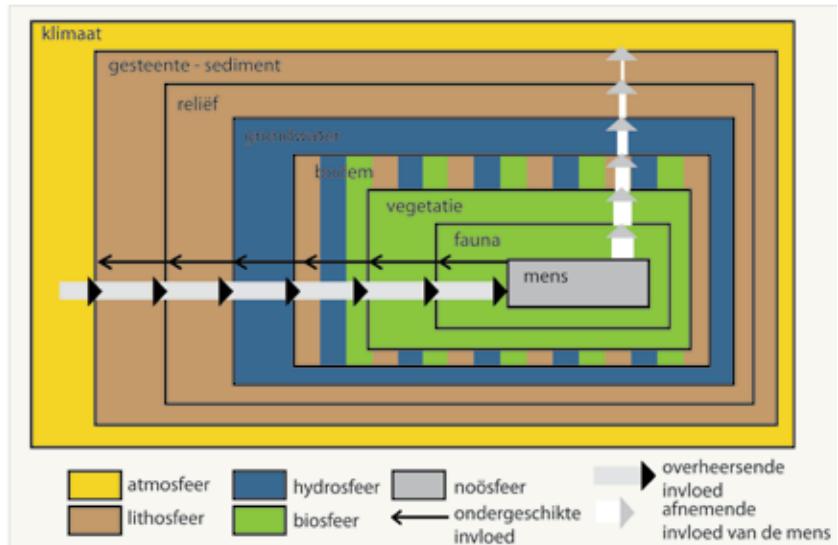
Bij het beschrijven van het landschap als resultaat van de relatie tussen mens en natuur, voor het begrijpen van mogelijke impacten van klimaatveranderingen, is voornamelijk de holistische, landschapsecologische benadering van belang.





*Figuur 19 Het landschap als een open systeem, model naar J. Zonneveld (1985) (Antrop, 2007)*

Figuur 19 stelt het landschap als open systeem voor vanuit de discipline landschapsecologie. Het substraat (S) bestaande uit de geologische ondergrond en de geomorfologie, het klimaat (K) en de mens (M) worden beschouwd als de hoofdcomponenten van het landschap, die respectievelijk externe input krijgen van zonne-energie (E1), aardwarmte en grondstoffen (E2) en kennis en informatie (E3). De werking van de subcomponenten wordt bepaald door de onderlinge wisselwerking van de drie hoofdcomponenten. Bodem, (B), lucht (L) en water (W) vormen zo de abiotische sfeer, planten (P) en dieren (D) de biotische sfeer. De noösfeer is de meest complexe, waarbij de mens mee wordt geïntegreerd in het systeem (J. Zonneveld, 1985 in Antrop, 2007). Ook Naveh en Lieberman (1994) beschouwen het landschap als een open systeem en koppelen dit aan de verschillende schaalniveaus die de hiërarchische structuur van het landschapsecologische systeem kenmerkt. Dit leidt naar het Total Human Ecosystem (THE), wat opgebouwd is uit verschillende deelsystemen die op zich autonoom kunnen functioneren maar telkens passen in een bepaald deelsysteem van hogere hiërarchie en zelf opgebouwd zijn uit kleinere deelsystemen. De samenhang tussen de verschillende componenten wordt ook weergegeven in Figuur 20, waarbij aangegeven wordt dat de verschillende componenten vertrekkend van klimaat een overheersende invloed hebben op elkaar. Omgekeerd neemt de invloed van de mens af naarmate men meer naar de abiotische componenten (atmosfeer, lithosfeer en hydrosfeer) gaat, wat wijst op de complexe interactie tussen mens en maatschappij enerzijds en de biotische en abiotische sfeer anderzijds (van Dorp et al., 1999).



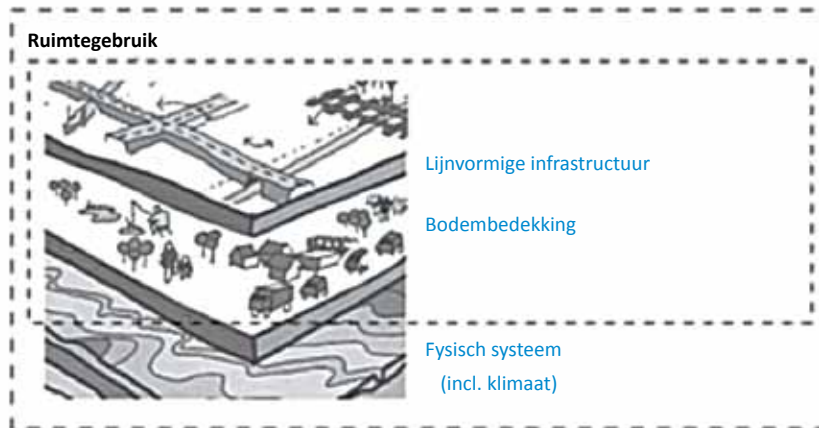
Figuur 20 Eenvoudige weergave van de samenhang tussen verschillende componenten door middel van sferen (naar van Dorp et al., 1999)

De fysische structuur (klimaat, gesteente of grondsoort, reliëf en expositie (geomorfologie), grond- en oppervlaktewater, bodem), de natuurlijke structuur en de structuren van menselijke activiteit zijn dus nauw op elkaar betrokken en resulteren in het actuele landschap. De dynamische wisselwerkingen in de tijd duiden op een groter of ander ecologisch functioneren en dat op verschillende schalen. In ruimtelijke planning vormt het fysisch systeem ook een belangrijk uitgangspunt: 'Het fysisch systeem is het geheel van eigenschappen, processen en onderlinge relaties van klimaat, lucht, bodem en water. In ruimtelijke context zijn vooral de bodemeigenschappen en processen en het watersysteem van belang. Het watersysteem wordt beschouwd als een samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers en technische infrastructuur met inbegrip van de daarin voorkomende ecotopen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen' (RSV, 2004). Zeker om de context waarbinnen de klimaataanpassingen zullen gebeuren te kaderen, is het fysisch systeem een belangrijk gegeven, wat echter in praktijk niet altijd wordt meegenomen in ruimtelijke planningsdocumenten.

Binnen CcASPAR werd het complexe landschapsecologische systeem vereenvoudigd en gezien als opgebouwd uit lagen, die onderling bepalend zijn voor elkaar. Figuur 21 geeft de drie lagen weer die dit systeem opbouwen, i.e. de ondergrond, welke overeenkomt met de fysische structuur, de occupatielaag of bodembedekking bepaald door de biosfeer en mens en de netwerken of lijnvormige infrastructuren. De lijnvormige infrastructuur en de bodembedekking vormen samen het ruimtegebruik. De combinatie van deze drie lagen resulteert in een gebiedsdekkende

landschapstypologie voor Vlaanderen (zie 4.3). Het ruimtegebruik werd door middel van een landallocatiemodel gemodelleerd voor 2030 en 2050 aan de hand van socio-economische scenario's (zie 3.3). Dit maakt het mogelijk de dynamiek van de landschappen te bepalen voor de verschillende socio-economische scenario's (zie 4.4).

#### Landschapstypes



*Figuur 21 Opbouw van het systeem volgens de lagenbenadering aan de hand van landschapstypes die worden samengesteld op basis van drie lagen, i.e. het fysisch systeem, de bodembedekking en de lijnvormige infrastructuur. De laatste twee vormen samen het ruimtegebruik.*

Deze lagenbenadering vormt de basis voor de landschapstypologie (zie 4.3), die een integratie maakt van de verschillende landschapsvormende componenten die elk onderhevig kunnen zijn aan impacten van klimaatverandering zoals stormvloed, verzilting, bos- of heidebrand.

## 4.2 Natuur en landschap geschetst in hun Vlaamse beleidscontext

### 4.2.1 Natuurstructuren in een beleidsmatig kader

Er worden heel wat instrumenten naar voor geschoven om de natuurlijke structuur zo goed mogelijk te organiseren en te beschermen. Het Natura 2000-netwerk wordt vanuit Europa opgelegd, andere instrumenten zijn op het Vlaamse niveau georganiseerd. Het Natura 2000-netwerk ontstond in het begin van de jaren 1990 en omvat een netwerk van beschermde gebieden die op Europese schaal van belang zijn voor het behoud van de biodiversiteit (Desmyttere en Dries, 2002). De beschermde gebieden worden bepaald aan de hand van criteria vastgelegd in de EU Vogel- en Habitatrichtlijn. De Vogelrichtlijn vond zijn oorsprong eind jaren 1970 en bevat een lijst met bedreigde vogelsoorten waarvoor speciale beschermingszones moeten voorzien worden. In 1992 werd de habitatrichtlijn uitgevaardigd. Deze richtlijn is gericht op het waarborgen van de biologische diversiteit door het instandhouden van de natuurlijke

habitats en de wilde flora en fauna op het Europese grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie. In Vlaanderen werd 163.500 ha aangewezen als Natura 2000-gebied en werden de beschermingslijsten vertaald naar 'speciale beschermingszones', afgekort als SBZ-V (Vogelrichtlijngebieden) en SBZ-H (Habitatrichtlijngebieden). Enkel deze gebieden aanduiden is echter niet genoeg. Er wordt ook op toegezien dat de aangeduide gebieden de doelstellingen inzake natuurkwaliteit realiseren. Op Europees niveau is afgesproken dat de overheden ervoor moeten zorgen dat de habitats en soorten van Europees belang kunnen overleven. Zo werden door het Agentschap voor Natuur en Bos instandhoudingsdoelstellingen (IHD) op Vlaams niveau en op gebiedsniveau vastgelegd. Momenteel wordt zo'n 65.000-80.000 hectare van deze SBZ aanzien als "habitatwaardige" natuur, maar veel soorten zijn in een ongunstige staat van instandhouding waarbij hun populaties en voorkomen sterk achteruitgaan. De opdracht voor Vlaanderen is om enerzijds binnen de habitatwaardige natuur een gericht beheer te bewerkstelligen voor zo'n 30.000 tot 40.000 hectare. Bovendien zou er binnen de SBZ-zones een uitbreiding moeten komen van 7.500 tot 10.000 hectare.

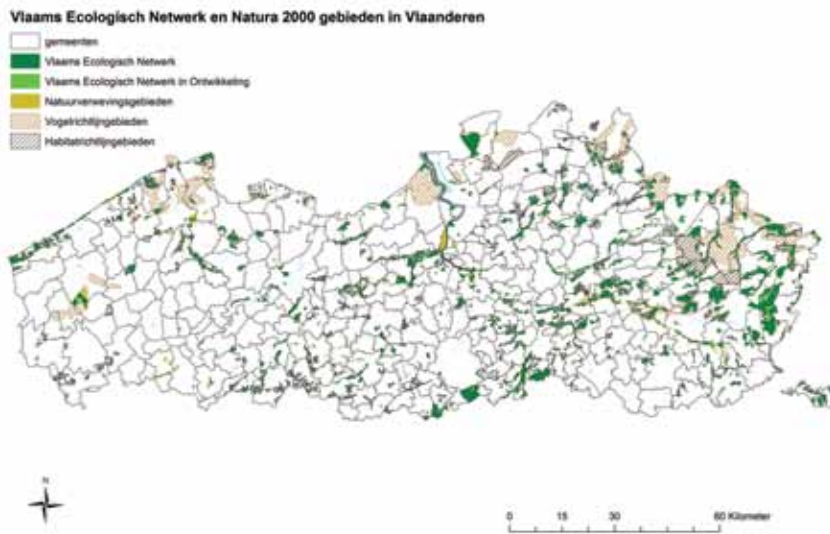
Aangezien het ruimtelijk beleid in Vlaanderen nog sterk bepaald wordt door bodembestemmingsplannen is het niet eenvoudig om hierop een natuurbeleid af te stemmen. Wil men een visie uitstippelen voor de natuur- en bosstructuur zal dit in Vlaamse context snel worden geïnterpreteerd als een bodembestemmingsplan. Daarom wordt er gewerkt met het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en het Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON) om de beleidsvisie rond natuur om te zetten in de praktijk en vast te leggen in bodembestemmingen.

Het VEN bestaat uit Grote Eenheden Natuur (GEN) en Grote Eenheden Natuur in Ontwikkeling (GENO) en is bepaald in het decreet natuurbehoud van 21 oktober 1997 met een oorspronkelijke (eerste fase) doelstelling een oppervlakte van 125.000 ha af te bakenen in Vlaanderen tegen 2003. In de tweede fase (2003-2007) werd deze doelstelling door het Mina-plan en het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen opnieuw opgepikt waardoor deze doelstelling gerealiseerd zou worden tegen 2007. Na deze tweede fase is slechts 86.800 ha aangeduid (Demolder en Peymen, 2011). Door het niet realiseren van deze doelstellingen liet men kansen liggen om bredere doelstellingen voorop te stellen en een visie op langere termijn uit te stippelen.

Het IVON bestaat uit natuurverwevingsgebieden (NVWG) en natuurverbindingsgebieden (NVBG) (Demolder en Peymen, 2011). In het verwevingsgebied kan de natuur duurzaam in stand gehouden worden zonder dat dit zware gevolgen heeft voor andere functies die aanwezig zijn. Het zijn dikwijls ook buffers aan de rand van VEN gebieden om

de kwantiteit en kwaliteit in de GEN/GENO gebieden te vrijwaren. De natuurverbindingsgebieden daarentegen hebben als functie migratie van dieren en planten tussen gebieden van het VEN te bevorderen. Deze meestal lijn-of strookvormige infrastructuur bestaat dikwijls uit kleine landschapselementen (Adriaens et al., 2007).

Bij het IVON kan men stellen dat er niet aan de uitvoering begonnen is. Het doel was om tegen 2003 (de eerste fase) en 2007 (de tweede fase), 150.000 ha natuurverwevingsgebied te creëren. Deze doelstelling is niet gehaald, in 2007 was er slechts 1% van de opgestelde oppervlakte gerealiseerd. Een dergelijk percentage is dramatisch voor de biodiversiteit in Vlaanderen (Adriaens et al, 2007).



39

*Figuur 22 Huidige beleidsmatige afbakening van natuurstructuren in Vlaanderen (Agiv)*

Er is een multifunctioneel gebruik en verweving van functies tussen natuur, recreatie, landbouw, bosbouw. Voor het Natura 2000-netwerk in Vlaanderen betekent dit dat ongeveer 32% van de Natura 2000-gebieden in 2005 gelegen was in gebied met landbouwgebruik (Gobin et al., 2009). Bekeken vanuit het perspectief van bevolkings- en economische groei, zal de druk op natuur en landbouw in de toekomst nog toenemen. Indien de landbouwgebieden in het Natura 2000-netwerk bewaard zouden blijven, ligt hierin een kans om de landbouwproductie meer ecologisch te organiseren om de kwaliteit van het Natura 2000-netwerk te vrijwaren (Gobin et al. 2009). Anderzijds is er vanuit landbouw de wens tot segregatie waarbij de sector liever areaal inlevert in ruil voor meer intensieve kleinere zones met minder beperkingen vanuit milieu-, natuur-, water-, en erfgoedbeheer.

Dit alles heeft voor gevolg dat er wel wordt geijverd voor een duurzame ontwikkeling van de natuur, maar er wordt echter weinig toezicht gehouden op hoe deze multifunctionaliteit wordt gerealiseerd op het terrein. Er is nog te weinig controle omtrent de kwaliteit van dergelijke gebieden. Op die manier wordt het VEN een louter cijfermatige maar geen kwalitatieve doelstelling (Vlaamse regering, 2010).

Een bijkomend heikel punt is het feit dat de eigendomsrechten van deze natuurgebieden verschillend zijn. De afgebakende gebieden die een kwalitatief natuurlijk netwerk moeten vormen zijn vaak in het bezit van verschillende eigenaars, inclusief privé-eigenaars. Wanneer men dergelijke gebieden wil inrichten en beheren als een functioneel geheel inclusief alle klimaatregulerende diensten (waterberging, waterretentie, infiltratie, koolstofopslag, nutriëntenretentie, verkoeling enz.) dan moet men afstappen van perceelsgrenzen en eigendomsrechten. Wanneer men grotere aaneengesloten gebieden als een geheel kan beheren kunnen ook andere nevenfuncties (recreatie, extensieve landbouw, ruitrij, bosbouw, begrazing, visserij, waterwinning, horeca en zelfs verblijfsrecreatie) ingepland worden op de daarvoor geschikte locaties. Dergelijke verregaande inrichtingen zijn moeilijk realiseerbaar met de huidige versnippering van eigendoms- en gebruiksrechten. Zolang men geen aaneengesloten gebieden kan realiseren zal de kans op een duurzaam natuurlijk netwerk dat kwaliteitsvolle ecosysteemdiensten biedt, klein zijn.

#### 4.2.2 Landschappelijk erfgoed in een beleidsmatig kader

Beleidsmatig wordt landschap in Vlaanderen gezien als onderdeel van beleidsdomein Onroerend Erfgoed (zie overzicht Figuur 23). Naast de klassieke beschermingen gaat er sinds de lancering van de Landschapsatlas in 2001 en het hernieuwde landschapsdecreet in 2004 meer aandacht naar een vernieuwd, geïntegreerd landschapsbeleid.

In Vlaanderen zijn vier types van beschermingen mogelijk: bescherming als monument, stads- en dorpsgezicht, archeologische zone, of landschap (<https://beschermingen.onroerenderfgoed.be/>).

Sinds 1976 worden waardevolle monumenten en stads- of dorpsgezichten beschermd (volgens het Vlaamse decreet van 3 maart 1976 houdende de bescherming van monumenten, stads- en dorpsgezichten). Een **monument** staat op zich als individueel onroerend goed en is beschermd omwille van zijn artistieke, wetenschappelijke, historische, volkskundige, industrieel-archeologische of andere sociaal-culturele waarde. Volgens de databank beschermingen zijn momenteel 11.265 elementen beschermd als monument. Een **stads- of dorpsgezicht** is een waardevol geheel, een

groepering van één of meer monumenten en/of onroerende goederen waarbij de elementen zoals beplantingen, omheiningen, waterlopen, bruggen, wegen, straten en pleinen een rol spelen. Momenteel zijn 1.563 stads- en dorpsgezichten beschermd. De bescherming als **archeologische zones** gebeurt volgens het decreet 30 juni 1993 houdende de bescherming van het archeologisch patrimonium. Momenteel zijn slechts 15 archeologische zones beschermd. Het **beschermen van landschappen** gebeurt volgens het decreet van 16 april 1996 houdende bescherming van landschappen. In dit decreet wordt landschap enger omschreven in vergelijking met de Europese Landschapsconventie (zie 4.1), namelijk als een begrensde grondoppervlakte met een geringe dichtheid van bebouwing en een onderlinge samenhang waarvan de verschijningsvorm en de samenhang het resultaat zijn van natuurlijke processen en van maatschappelijke ontwikkelingen. Voor de beschermde landschappen worden de natuurwetenschappelijke, historische, esthetische en sociaal-culturele erfgoedwaarden beschreven. In totaal zijn 713 landschappen beschermd, met een gemiddelde oppervlakte van 0,7 km<sup>2</sup> (van 7 m<sup>2</sup> tot 27,5 km<sup>2</sup>).

Naast de klassieke beschermingen zijn er twee inventarissen, de Vlaamse Landschapsatlas en de Inventaris Bouwkundig Erfgoed, die beiden officieel vastgesteld zijn.

De **Inventaris Bouwkundig Erfgoed** geeft een uitgebreide inventaris van het bouwkundig erfgoed in Vlaanderen en gaat over oude en minder oude gebouwen en zeer diverse types: arbeidershuisjes, hoeve, molen, kasteel, begraafplaats, standbeeld, industrieel pand, herdenkingsmonument,... De inventaris bevat momenteel ruim 107.000 relictten bouwkundig erfgoed. De informatie in de online databank komt hoofdzakelijk uit het grootschalige inventarisproject 'Bouwen door de Eeuwen Heen in Vlaanderen', dat in 2011 werd afgerond (<https://inventaris.onroenderfgoed.be/>).

De **Landschapsatlas** geeft een overzicht van het landschappelijk erfgoed op het eind van de 20<sup>ste</sup> eeuw en omvat een inventaris van alle landschappelijke punt-, lijn- en vlakvormige relictten met erfgoedwaarde. De relictten werden in verschillende categorieën ingedeeld op basis van hun omvang die samenhangt met hun interne complexiteit. Relictzones zijn gebieden met wisselende oppervlakte waarvan de landschappelijke structuren zoals bewoning, wegen en kavels van de traditionele landschappen en de verticale relaties tussen de landschapscomponenten nog op een herkenbare manier bewaard zijn. Ankerplaatsen zijn complexen waar verschillende erfgoedelementen goed bewaard zijn die een genetische samenhang vertonen en een uitgesproken identiteit

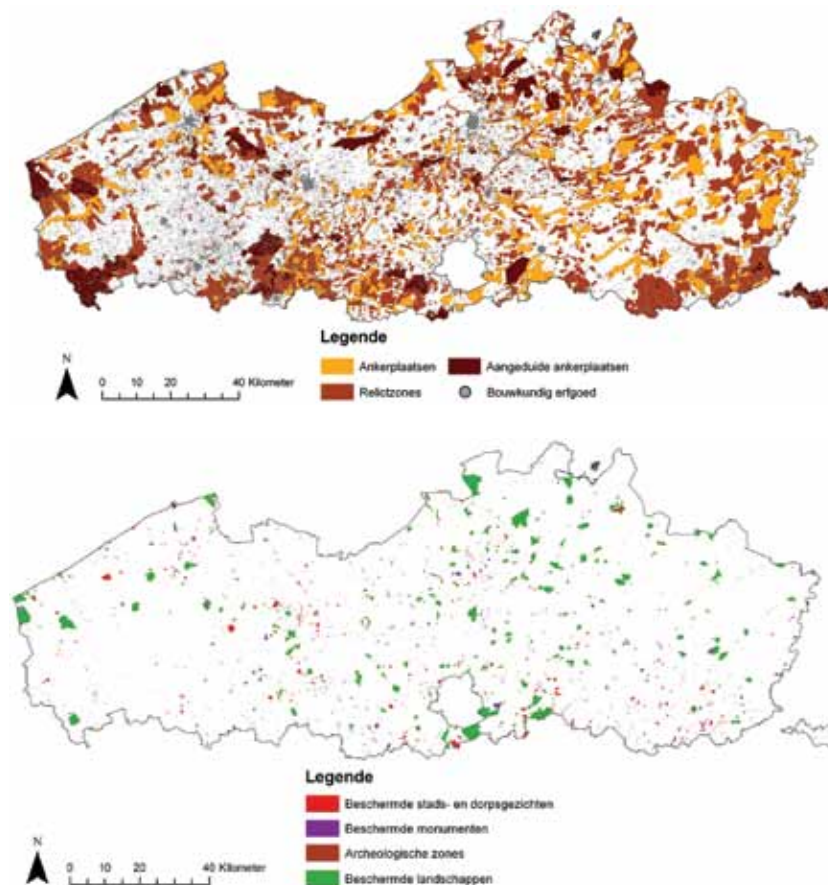
kennen. Lijnrelicten zijn lijnvormige landschapselementen die drager zijn van cultuurhistorische betekenis en een groot ruimtelijk structurerend vermogen hebben zoals vb. wegen, dijken, militaire verdedigingslinies en natuurlijke lineaire elementen. Puntrelicten bestaan uit afzonderlijke objecten met hun onmiddellijke omgeving zoals bouwkundig erfgoed en bijzondere landschapselementen zoals een solitaire boom (Antrop, 2001). In totaal werden 515 relictzones opgenomen, met een totale oppervlakte van 530.000 ha (39% van Vlaanderen). De gemiddelde oppervlakte van de relictzones is 1.029 ha. Wat betreft de ankerplaatsen werden 381 ensembles opgenomen, in totaal goed voor 221.051 ha of 16,3% van Vlaanderen (gemiddelde oppervlakte 580 ha).

De ankerplaatsen worden hierin beschouwd als de meest waardevolle landschappelijke plaatsen. Ze bestaan uit complexen van erfgoedelementen van verschillende aard die samen een geheel of ensemble vormen met een uitgesproken identiteit en unieke geschiedenis. Ze bezitten een grote informatiewaarde en kunnen dienen als referentie voor de integrale landschapszorg in de omgeving, vandaar de naam ‘ankerplaats’. Hierdoor worden ze gezien als prioritaire gebieden voor een geïntegreerde landschapszorg in Vlaanderen. Na een procedure die leidt tot een definitieve afbakening die wettelijk vastgesteld wordt, kunnen zij via procedures van de ruimtelijke ordening, in de ruimtelijke uitvoeringsplannen worden omgezet tot erfgoedlandschappen. Bij het formuleren van de ontwikkelingsvisie en beheersdoelstellingen van deze ankerplaatsen zou men ook rekening kunnen houden met potentiële effecten van langetermijnpacten van klimaatveranderingen en van effecten van algemene adaptatiemaatregelen in dit verband.

Sinds 2004 (decreet van 28 januari 2004 betreffende Landschapszorg in de ruimtelijke planning) is er sprake van een vernieuwd, geïntegreerd landschapsbeleid. Op basis van de geïnventariseerde ankerplaatsen in de Landschapsatlas worden de ankerplaatsen definitief aangeduid. Volgens dit decreet is een **ankerplaats** “een gebied dat behoort tot de meest waardevolle landschappelijke plaatsen, dat een complex van gevarieerde erfgoedelementen is die een geheel of ensemble vormen, dat ideaaltypische kenmerken vertoont vanwege de gaafheid of representativiteit of ruimtelijk een plaats inneemt die belangrijk is voor de zorg of het herstel van de landschappelijke omgeving.” De verschillende erfgoedelementen kunnen van landschappelijk, bouwkundig, archeologisch en maritieme aard zijn, waarbij hun onderlinge samenhang en relaties belangrijk zijn. Door de definitieve aanduiding van ankerplaatsen worden hun landschappelijke waarden en kenmerken vertaald tot erfgoedlandschappen in een Ruimtelijk Uitvoeringsplan (RUP). Een **erfgoedlandschap** is “een ankerplaats of



deel ervan die volgens de procedures van het decreet van 18 mei 1999 houdende de organisatie van de ruimtelijke ordening of het decreet betreffende de ruimtelijke ordening gecoördineerd op 22 oktober 1996 aangeduid is in de ruimtelijke uitvoeringsplannen of de plannen van aanleg”. Dit betekent vb. dat de doelstellingen beschreven in de dossiers van de definitieve aanduiding vertaald worden in stedenbouwkundige voorschriften. Echter, bij de opmaak van de beschermingsdossiers en de dossiers ‘definitieve aanduiding ankerplaats’ wordt weinig tot geen aandacht besteed aan klimaatveranderingen en de mogelijke effecten op bouwkundig, archeologisch en landschappelijk erfgoed. Daarenboven is landschapsbeleid in Vlaanderen nu meer gericht op erfgoedwaarden, waardoor de zogenaamde ‘witte zones’ van de Landschapsatlas daardoor weinig tot geen aandacht krijgen, terwijl ze wel deel uitmaken van het Vlaamse landschap. Een meer geïntegreerde en gebiedsdekkende benadering van landschap (cf. Europese Landschapsconventie) is aan te bevelen.



Figuur 23 Overzicht landschappelijk erfgoed Vlaanderen: (1) beschermde elementen en (2) ankerplaatsen en relictzones zoals opgenomen in de Landschapsatlas Vlaanderen, bebouwd erfgoed zoals opgenomen in de Inventaris Bouwkundig erfgoed (Databank beschermd onroerend erfgoed, Landschapsatlas versie 2001, Inventaris Onroerend Erfgoed Vlaanderen)

### 4.3 Landschapskarakterisatie als gebiedsdekkende typologie van de Vlaamse ruimte

Een gebiedsdekkende landschapstypologie van Vlaanderen werd opgemaakt om de gevoeligheid van de verschillende landschapstypes te bepalen in functie van klimaatverandering. Op basis van de typologie werden ook afgeleiden gemaakt die focussen op menselijke en natuurlijke structuren. Een landschapstypologie wordt gezien als de synthese van de kenmerken die het karakter of systeem van het landschap bepalen en waarbij dus rekening wordt gehouden met de verschillende componenten die het landschap bepalen.

Bij een **typologie** worden de landschappen ingedeeld in bepaalde (abstracte) types, in groepen waarbij de kenmerken van de landschappen gebruikt worden om de types te beschrijven en te benoemen (Antrop, 1989; Meeus, 1995). De typologie wordt opgemaakt ongeacht de plaats waar de landschappen voorkomen en het landschapstype is hierbij een conceptuele abstractie van de werkelijkheid: men probeert op basis van overeenkomsten en verschillen homogene delen van het landschap te groeperen tot abstracte types, waar men dan de concrete werkelijkheid aan kan toetsen (Schroevens, 1982). Bij het bepalen van het type zal er vooral oog zijn voor de verticale relaties zoals de relaties tussen de verschillende lagen (Figuur 21).

De gebiedsdekkende typologie voor Vlaanderen die hier wordt voorgesteld steunt op de methode zoals beschreven door Van Eetvelde (2007) en Van Eetvelde en Antrop (2009) toegepast voor een landschapskarakterisatie van België en op de methode ontwikkeld door Mûcher et al.(2003) voor een Europese landschapsclassificatie. Bij de opmaak van een landschapstypologie is het belangrijk de parameters te bepalen die het landschap beschrijven. Bij een typologie ten behoeve van de impacten van klimaatverandering op landschap is het daarenboven noodzakelijk om de effecten op deze landschapkenmerken in te schatten.

De landschapskarakterisatie wordt uitgevoerd op twee schaalniveaus (cf. Van Eetvelde en Antrop, 2009).

- 1) Op het eerste schaalniveau worden landschapstypes bepaald op basis van de noodzakelijke parameters, in dit geval deze die belangrijk zijn om de effecten van de klimaatveranderingen op deze landschapkenmerken in te schatten.
- 2) In het tweede schaalniveau worden deze landschapstypes geaggregeerd tot landschappelijke eenheden. Deze benadering komt overeen met de *Landscape Character Assessment* zoals geïntroduceerd in het Verenigd

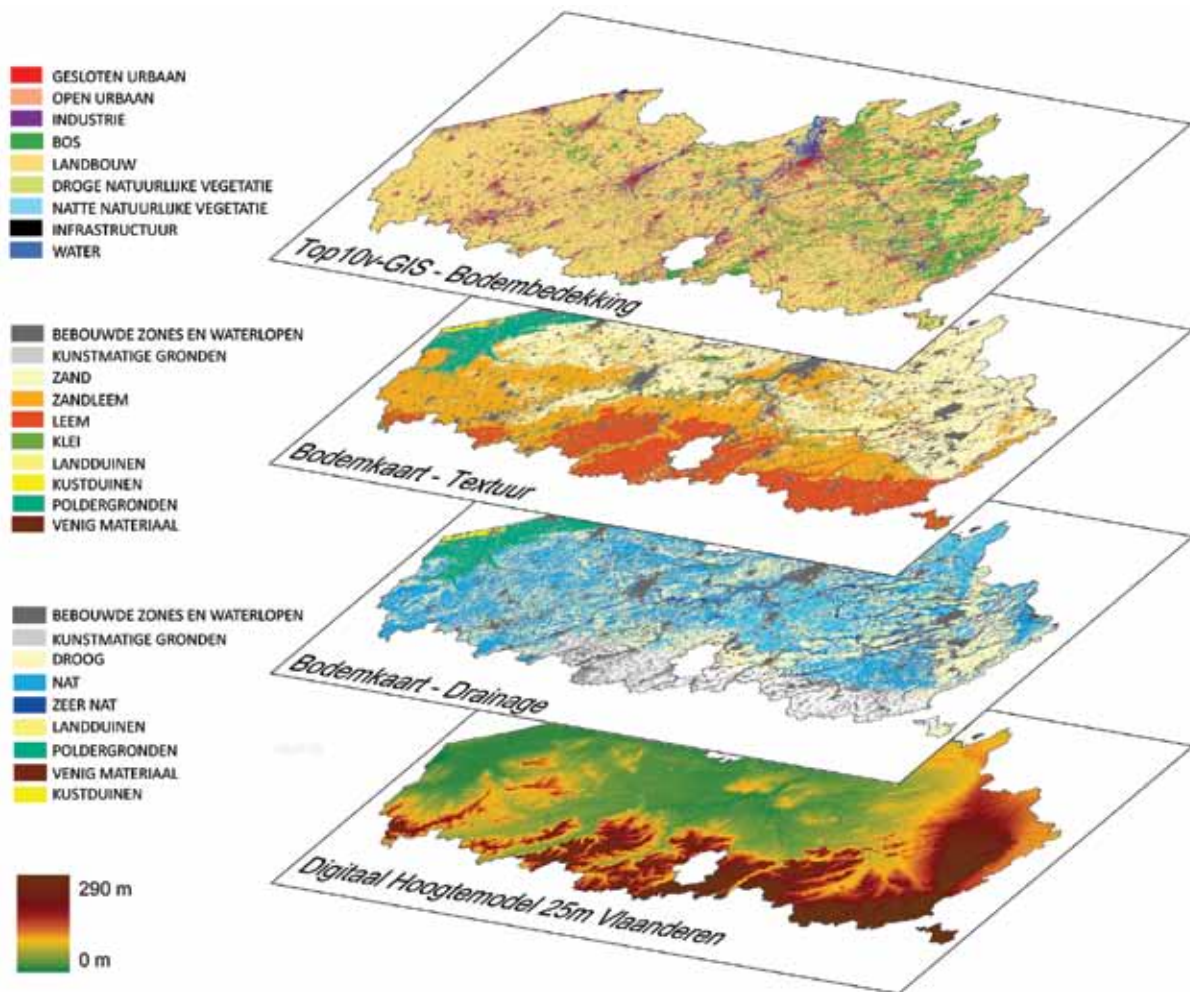
Koninkrijk. *Landscape Character Assessment* is de methode om de fysische en culturele kenmerken van het landschap te classificeren en te beschrijven om zo de evolutie van de landschappen te begrijpen en het landschapskarakter te bepalen (Griffiths et al., 2004).

Voor beide schaalniveaus is het mogelijk de dynamiek te bepalen op basis van de socio-economische scenario's. Dit biedt inzichten in welke landschapstypes en gebieden meer of minder gaan veranderen bij een bepaald scenario. Deze inzichten zijn belangrijk bij het selecteren van gebieden en formuleren van doelstellingen waar prioritair moet op ingezet worden in adaptatie.

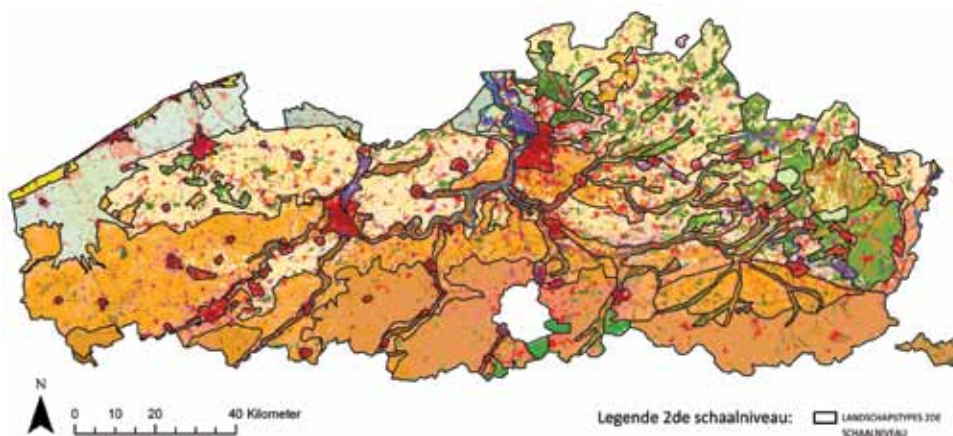
Voor de opmaak van de landschapstypes op het eerste schaalniveau werden volgende parameters weerhouden:

- De bodembedekking vormt integraal het tweede thema van de lagenbenadering (Figuur 21) en geeft de actuele toestand van de bodembezetting weer. Het actuele bodemgebruik werd afgeleid uit de Top10v-GIS kaart (versie 1991-2007), de gegeneraliseerde categorieën worden opgelijst in Tabel 4. Op basis van het bodemgebruik kunnen vb. indicatoren afgeleid worden zoals de verhouding verharde/onverharde oppervlakken en de situering van woonkernen en industrieterreinen.
- Bodemtextuur en -drainage zijn twee andere parameters die deel uitmaken van het fysische systeem. De textuur van de bodem is bepalend voor de mate waarin de bodem voedingsstoffen vast kan houden en water en lucht kan doorlaten. De natuurlijke drainering van de bodem wordt bepaald door de doorlaatbaarheid en de gelaagdheid van de bodem (inwendige drainering) en de oppervlakkige afvloeï (uitwendige drainering) en de diepte van de grondwatertafel (Van Ranst en Sys, 2000).
- Absolute hoogte en mate van reliëf als indicatie voor de topografie op basis van het digitaal hoogtemodel. Deze twee variabelen bepalen mee het fysische systeem en kunnen een rol spelen bij het bepalen van de gevoeligheden van het klimaat zoals erosie, afspoeling, overstroming.

De uiteindelijke landschapstypologie bestaat uit 70 landschapstypes, gegroepeerd in 10 hoofdtypen (Tabel 4 en Figuur 25).





























Figuur 24 Thematische lagen van de landschapstypologie: landgebruik (topografische kaart 1/10.000, 1991-2007), bodemtextuur (bodemkaart), bodemdrainage (bodemkaart), digitaal hoogtemodel (25m) Vlaanderen






















Figuur 25 Landschapstypologie schaalniveau 1 (kleuren) en schaalniveau 2 (zwarte grenzen) van Vlaanderen

Landschapstypes	Legende Figuur 25
1. Urbane landschappen	
<div><div></div> 1</div> <div><div></div> 2</div> <div><div></div> 3</div> <div><div></div> 4</div> <div><div></div> 5</div> <div><div></div> 6</div> <div><div></div> 7</div> <div><div></div> 8</div> <div><div></div> 9</div> <div><div></div> 10</div> <div><div></div> 11</div> <div><div></div> 12</div> <div><div>1.    zeer sterk heterogeen complex met infrastructuur en industrie, vlak, 10 - 30m</div><div>2.    zeer weinig heterogeen complex met landbouw en industrie, vlak, 10 - 30m, in polders middelland</div><div>3.    sterk heterogeen, vlak, 10 - 30m</div><div>4.    matig heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op droog zand</div><div>5.    zeer sterk heterogeen complex met landbouw, glooiend, 60 - 100m,</div><div>6.    sterk heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op nat zand en zandleem</div><div>7.    sterk heterogeen complex met droge natuurlijke vegetatie en industrie, vlak, 0 - 10m, kustduinen</div><div>8.    sterk heterogeen complex met landbouw en industrie, vlak, 30 - 60m, op droge zandleem</div><div>9.    sterk heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op nat zand</div><div>10.    zeer sterk heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op natte zandleem</div><div>11.    sterk heterogeen met landbouw, glooiend, 60 - 100m, op droge leem</div><div>12.    weinig heterogeen complex met industrie en infrastructuur, vlak, 0 -10 m, in Scheldepolders</div></div>	
2. Industriële landschappen	
<div><div></div> 13</div> <div><div></div> 14</div> <div><div></div> 15</div> <div><div></div> 16</div> <div><div></div> 17</div> <div><div></div> 18</div> <div><div>13.    weinig heterogeen complex met infrastructuur, vlak, 0 - 10m, in Scheldepolders</div><div>14.    sterk heterogeen complex met open urbaan, vlak, 10 - 30m</div><div>15.    sterk heterogeen complex met open urbaan, vlak, 10 - 30m, op droog zand</div><div>16.    sterk heterogeen complex met droge natuurlijke vegetatie, open urbaan en landbouw, vlak, 10 - 30m, op droog zand</div><div>17.    weinig heterogeen complex met open urbaan en landbouw, vlak, 0 - 10m, in polders middelland</div><div>18.    weinig heterogeen complex met open urbaan en landbouw, vlak, 0 - 10m, in polders oudland</div></div>	
3. Boslandschappen	
a.    op poldergrond	
<div><div></div> 19</div>	<div>19.    weinig heterogeen complex met droge natuurlijke vegetatie, vlak, 0 - 10m, in Scheldepolders</div>
b.    op zandige bodem	
<div><div></div> 20</div> <div><div></div> 21</div> <div><div></div> 22</div> <div><div></div> 23</div>	<div>20.    matig heterogeen complex met landbouw, vlak, 30 -60 m, op droog zand</div> <div>21.    matig heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op nat zand</div> <div>22.    matig heterogeen complex met open urbaan, vlak, 30 - 60m, op landduinen</div> <div>23.    sterk heterogeen complex landbouw en open urbaan, vlak, 10 - 30m, op nat zand</div>
c.    op zandlemige bodem	
<div><div></div> 24</div>	<div>24.    matig heterogeen complex met landbouw, vlak, 10 - 30m, op natte zandleem</div>
d.    op lemige bodem	
<div><div></div> 25</div>	<div>25.    matig heterogeen complex met landbouw, heuvelig, 60 - 100m, op droge leem</div>

4. Landbouwlandschappen	
a. op poldergrond  26  27  28  29  30	26. weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders middelland 27. weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders oudland 28. weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in Scheldepolders 29. weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in moeren 30. weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in nieuwanland van het Zwin
b. op zandige bodems  31  32  33  34  35  36  37	31. weinig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op natte zand en zandleem 32. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op combinatie van nat en droog zand 33. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op nat zand 34. matig heterogeen complex met open urbaan, vlak, 10 - 30m, op droog zand 35. sterk heterogeen complex met open urbaan, vlak, 10 - 30m, op droog en nat zand en zandleem 36. weinig heterogeen complex met open urbaan, vlak, 0 - 10m, kustduinen 37. matig heterogeen complex met bos en open urbaan, vlak, 60 - 100m, op droog zand
c. op zandlemige bodems  38  39  40  41	38. weinig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op natte zandleem 39. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op droge zandleem 40. matig heterogeen complex met open urbaan, vlak, 10 - 30m, op combinatie van natte en droge zandleem 41. matig heterogeen complex met open urbaan, glooiend, 60 - 100m, op droge zandleem
d. op lemige bodems  42  43  44  45	42. weinig heterogeen, glooiend, 60 - 100m, op droge leem 43. matig heterogeen, glooiend, 30 - 60m, op droge leem 44. matig heterogeen complex met open urbaan, vlak, 30 - 60m, op natte leem 45. matig heterogeen, heuvelig, > 100m, op droge leem
e. op kleiige bodems  46  47  48	46. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op natte klei en zandleem 47. sterk heterogeen, vlak, 10 - 30m, op natte klei 48. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, op klei en veengronden
5. Natuurlijke vegetatie	
a. droge natuurlijke vegetatie  49  50	49. zeer weinig heterogeen vlak, 0 - 10m, op poldergronden 50. matig heterogeen vlak, 10 - 30m
b. natte natuurlijke vegetatie  51	51. matig heterogeen vlak, 10 - 30m



<i>6. Waterlandschappen</i>	
 52	52. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, op poldergrond
 53	53. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m,
 54	54. matig heterogeen complex met droge natuurlijke vegetatie en landbouw, vlak, 30 - 60m, op droge zandleem
<i>7. Complex van landbouw en boslandschappen</i>	
a. op zandlemige bodem  55	55. matig heterogeen, vlak, 10 - 30m, op natte zandleem
b. op lemige bodem  56	56. sterk heterogeen complex met open urbaan, vlak, 30 - 60m, op natte leem
c. op kleiige bodem  57  58  59	57. sterk heterogeen complex met open urbaan en droge natuurlijke vegetatie, vlak, 10 - 30m, op natte klei 58. matig heterogeen, op heuvelig, >100m, droge klei 59. sterk heterogeen complex met droge natuurlijke vegetatie en open urbaan, vlak, 10 - 30m, op natte klei
d. op venige bodem  60	60. sterk heterogeen complex met natte natuurlijke vegetatie, vlak, 30 - 60m, op weinig materiaal
<i>8. Complex van landbouw en urbane landschappen</i>	
a. zandlemige bodem  61	61. sterk heterogeen complex met industrie, vlak, 10 - 30m, op natte zandleem
b. op lemige bodem  62	62. sterk heterogeen, glooiend, 60 - 100m, op droge leem
c. op poldergrond  63  64  65  66	63. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in historische polders van Oostende 64. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders nieuwland 65. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders middelland 66. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders oudland
<i>9. Complex van bos en urbane landschappen</i>	
 67	67. sterk heterogeen complex met landbouw, industrie, water en droge natuurlijke vegetatie, vlak, 10 - 30m, op kunstmatige grond
<i>10. Complex van natuurlijke en landbouwlandschappen</i>	
 68  69  70	68. zeer weinig heterogeen, vlak, 0 - 10m, in polders oudland 69. zeer weinig heterogeen complex met industrie, vlak, 0 - 10m, in polders middelland 70. zeer weinig heterogeen complex met industrie en open urbaan, vlak, 0 - 10m, in Scheldepolders

Tabel 4 Legende figuur 25: Hoofdtypes landschapstypologie (schaalniveau 1)

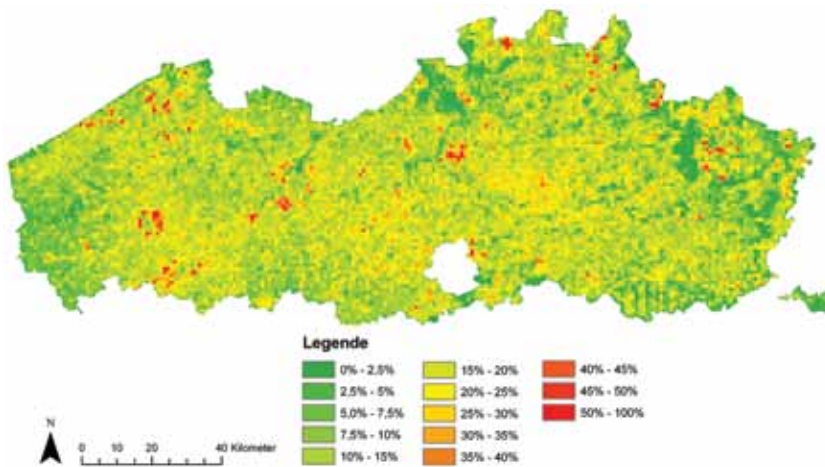
#### **4.4 Relatie tussen de landschapstypes en scenario's van landgebruik op basis van socio-economische projecties**

In wat volgt worden de landgebruikskaarten besproken die bepaald werden op basis van vier socio-economische projecties in de ruimtescanner (zie 3.3) en de verschillen ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie geeft de huidige toestand weer op basis van de topografische kaart (TOP10-V GIS, periode 1991-2007), die ook werd gebruikt voor het opstellen van de landschapstypologie. Deze referentiesituatie werd vergeleken met de vier scenario's voor de periode 2050. De veranderingen zijn weergegeven per km<sup>2</sup> en per landschapstype, waarbij het oppervlakteaandeel dat respectievelijk per km<sup>2</sup> of per landschapstype wijzigt wordt voorgesteld. Hoe roder de kleur in de kaarten, hoe meer veranderingen, dus hoe meer dynamisch het landschap zal zijn, een groene kleur duidt een onveranderde situatie aan, waarbij in vergelijking met de referentiesituatie nauwelijks iets wijzigt voor dat bepaald scenario. De kleuren geven enkel de hoeveelheid mogelijke veranderingen weer en niet de aard van de veranderingen (vb. omzetten van landbouw naar urbane gebieden, van natuur naar landbouw).

Zoals reeds beschreven in 3.3 wordt het landgebruiksmodel aangestuurd vanuit twee assen, i.e. beleid (privaat versus publiek) en globalisering (lokaal versus internationaal), wat vier kwadranten geeft die overeenkomen met vier verschillende scenario's voor socio-economische ontwikkelingen. In de black box van de ruimtescanner en projecties van het mogelijke toekomstige landgebruik werkt een economisch algoritme, waarbij een gewicht toegekend wordt aan een bepaald landgebruik. Hoewel dergelijke modellen interessant zijn om een eerste discussie te voeren, kan de vraag gesteld worden in hoever ze in staat zijn om bepaalde ruimtelijke principes te vertalen. Zo is in de ruimtescanner stedelijk groen niet opgenomen als categorie. Wanneer we bijvoorbeeld de toekomstige verdichting van het stedelijk weefsel van de rand rond Gent beschouwen, kan het aangewezen zijn dat deze categorie opgenomen wordt, zeker in relatie met klimaatvraagstukken. Denken we bijvoorbeeld aan de toename van de kans op het effect, stedelijk hitte-eiland in stedelijke gebieden. Wanneer de maatschappelijke kostprijs wordt doorgerekend voor menselijke gezondheid met betrekking tot de gedifferentieerde impact van dit effect, bestaat de kans dat de categorie stedelijk groen noodzakelijk is in het model. Binnen het CcASPAR team werden verschillende mogelijkheden gezien om het model aan te sturen door het invoeren van de juiste geschiktheidskaarten, maar dergelijke oefening vraagt om meer iteraties.



#### 4.4.1 Bespreking kaarten scenario's per km<sup>2</sup>

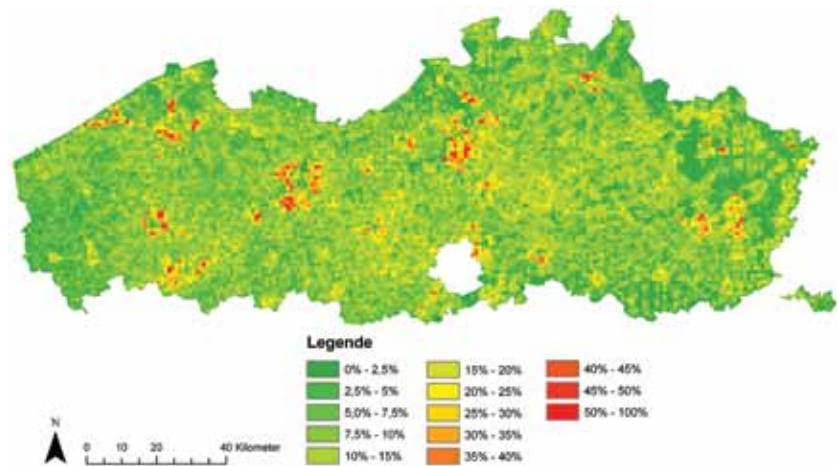


*Figuur 26 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A1 Globale economie voor 2050 uitgedrukt in % per km<sup>2</sup>*

Scenario A1 (Figuur 26) wordt gekenmerkt door een toename van de oppervlakte 'residentieel - hoge densiteit' met 51%, de oppervlakte 'residentieel - medium densiteit' met bijna 29% en de oppervlakte 'residentieel - lage densiteit' met 65% tegen 2050. Deze grote groei van de bevolking, heeft duidelijk een effect in de stadsranden van grote stedelijke gebieden (Gent, Antwerpen, Kortrijk), van andere stedelijke kernen zoals Oostende, Mechelen, de urbane gebieden in de Kempen (Turnhout, Mol) en Limburg (Bree, Peer). Daarnaast nemen ook de industriële (34%) en (non-)commerciële zones (25%) sterk toe welke de economische ontwikkeling in dit scenario enkel maar bevestigt. Deze ontwikkelingen doen zich voornamelijk voor langsheen de reeds bestaande economische assen en zones zoals de havens van Antwerpen, Gent en Zeebrugge alsook de industrieterreinen langsheen het Albertkanaal.

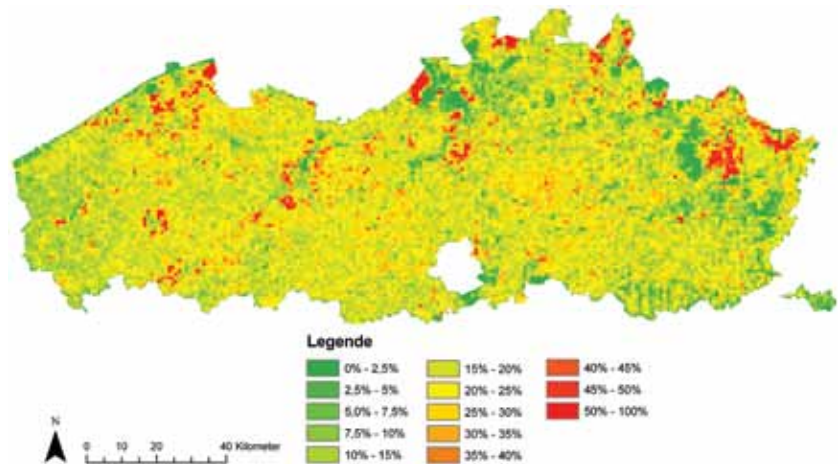
Opvallend is de sterke toename van de tuinbouw (115%), die voornamelijk te situeren is in het gebied Antwerpen en Mechelen, het gebied ten noordoosten van Gent en de regio van Roeselare. De verweving natuur-recreatie stijgt met ongeveer 15%. Deze stijging wordt grotendeels veroorzaakt door de omzetting uit veeteelt en agricultuur en is hoofdzakelijk terug te vinden in het westelijke deel van de polders en nabij de grens met Nederland.

Wat opvalt bij het A2-scenario (Figuur 27) is dat het grootste deel van de Vlaamse ruimte laag dynamisch is en slechts zeer weinig tot weinig (max 20%) wijzigt. De meest dynamische gebieden situeren zich nabij de bestaande stedelijke kernen. De groei van de urbane gebieden is minder uitgesproken dan bij het A1-scenario, met toenames van 18%, 26% en 28% voor respectievelijk de hoge, medium en lage densiteit residentiële



Figuur 27 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A2 Transatlantische markt voor 2050 uitgedrukt in % per km<sup>2</sup>

zones in de huidige stadsranden. Deze toename gaat voornamelijk ten koste van de veeteelt en de verweving natuur-recreatie. De industriële (26%) en (non-)commerciële (18%) zones nemen toe nabij de bestaande haven- en industriegebieden en langsheen belangrijke transportinfrastructuren (autosnelwegen en waterwegen). De toename van tuinbouw (112%) en het ruimtelijk spreidingspatroon is vergelijkbaar met scenario A1. De natuurlijke structuren gaan lichtjes achteruit, vooral door een sterke daling van de verweving natuur-recreatie (26%), waarvan 15% wordt omgezet in bewoonbare oppervlakte. Desondanks stijgt de hoeveelheid verwerving natuur-landbouw met zo'n 13% en de kernnatuur met 1%.



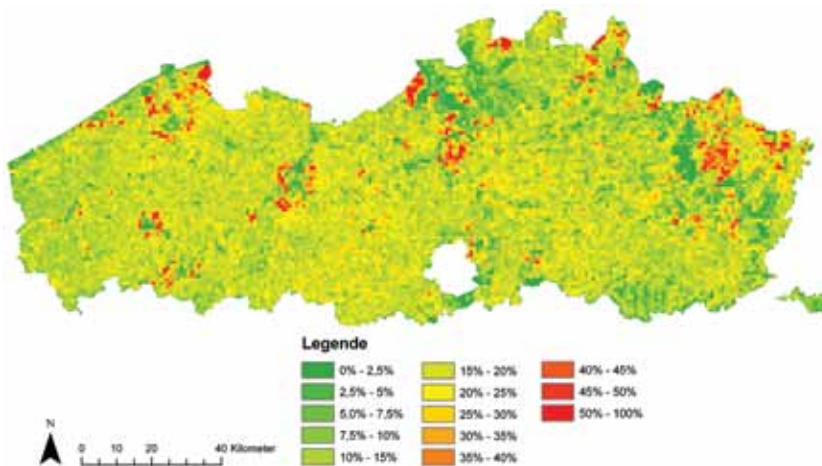
Figuur 28 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B1 Sterk Europa voor 2050 uitgedrukt in % per km<sup>2</sup>

Figuur 28, waaruit blijkt dat in dit scenario de meeste veranderingen zullen plaatsvinden stelt de dynamiek voor bij het B1 scenario. De bewoonbare oppervlakte neemt sterk toe, duidelijk een gevolg van de hoge bevolkingstoename. Zowel de hoge als de medium residentiële zones gaan er sterk op vooruit met respectievelijk 53% en 30%. Door de sturing vanuit de overheid, die

de groei van linten en losse bebouwing tegengaat, neemt de 'residentieel – lage densiteit' zone slechts met 3% toe. Hier is duidelijk dat de nieuwe urbane zones zich voornamelijk aan de rand van de huidige steden bevinden en er een verdichting van de steden plaatsvindt. Ook de industriële (21%) en (non-)commerciële (8%) zones nemen toe, zij het wel minder sterk als in de vorige scenario's. De verandering in tuinbouw is qua oppervlakte en spreidingspatroon vergelijkbaar met scenario A1 en A2. Ook hier is de procentuele sterke toename van de horticultuur (112%) opvallend. En ook hier situeert deze toename zich voornamelijk tussen Antwerpen en Mechelen, het gebied ten noordoosten van Gent en het gebied rondom Roeselare.

Bij dit scenario vinden de grootste veranderingen plaats in de categorie landbouw waarbij zowel de veeteelt (53%) als de agricultuur (29%) achteruitgaan, ten voordele van de uitbreiding van de urbane zones en het omzetten naar natuur. Dit B1-scenario is het enige scenario waarbij alle categorieën natuur toenemen, wat de hogere dynamiek in Figuur 28 verklaart in vergelijking met de andere scenario's. De categorieën natuurverweving nemen toe met 20% tot 22%, de kernnatuur met 16%. De toename van de categorieën natuur situeert zich hoofdzakelijk ten noorden van Brugge, in de Scheldepolders rond Antwerpen, langs de grens met Nederland, en op het Kempens plateau. De toename van kernnatuur doet zich hoofdzakelijk voor in rivier- en beekvalleien.

53



*Figuur 29 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B2 Regionale gemeenschappen voor 2050 uitgedrukt in % per km<sup>2</sup>*

Onder het B2-scenario is een lichte daling van de oppervlakte 'residentieel - hoge densiteit' (3%) en een toename van de oppervlakte 'residentieel - medium densiteit' (11%) waarneembaar. Het is vooral de urbane zone in landelijke gebieden 'residentieel - lage densiteit' die er sterk op vooruit gaat (40%). Deze toename doet zich verspreid over Vlaanderen voor, op de poldergebieden en het Kempisch plateau na en zorgt voor een lage bevolkingsgroei. Het aandeel van industriële en (non-)commerciële zones neemt weinig toe (respectievelijk 6% en 12%). Het aandeel landbouw

daalt ook sterk in dit scenario: de categorie veeteelt daalt met 44%, de akkerbouw met 22%, beide worden omgezet naar urbane zones en natuur(-verweving). Wat betreft de natuurlijke structuren gaat enkel de verweving natuur-recreatie licht achteruit (3%). Door de sterke richtlijnen van de overheid, waardoor de beschermde statuten zoveel mogelijk worden gevolgd, wordt er geïnvesteerd in het creëren van nieuwe natuur waardoor de categorie verweving natuur-landbouw toeneemt met 38%, verspreid over heel Vlaanderen met een grotere concentratie ter hoogte van het Kempens plateau en in het gebied rond Bree en Maaseik (Maasvallei). De kernnatuur neemt toe met 19%, voornamelijk in rivier- en beekvalleien.

#### 4.4.2 Bespreking kaarten scenario's per landschapstype

Figuur 30 t.e.m. Figuur 33 stellen de mogelijke dynamiek voor van de landschapstypes per scenario. Ook hieruit blijkt dat het scenario B1 "Sterk Europa" en B2 "Regionale gemeenschappen" de grootste effecten hebben op de Vlaamse landschappen. Scenario A2 heeft weinig effect op de landschappen, voor zo goed als alle landschapstypes blijven de voorspelde veranderingen onder 15%. Enkel het complex van natuurlijke en landbouwlandschappen met industrie en open urbane zone in de Scheldepolders gesitueerd op Antwerpen Linkeroever (landschapstype 70) is zeer hoog dynamisch.

Bij een vergelijking van de vier scenario's blijkt dat voor de urbane landschappen het scenario "Sterk Europa" de grootste impact heeft: voor 8 van de 12 urbane landschapstypes zal 18% tot 28% van hun oppervlakte gewijzigd worden. Bepaalde urbane landschapstypes (type 10 gekenmerkt door een zeer sterk heterogeen urbaan type met landbouw in een vlak landschap, type 11 in een glooiend landschap en type 12 gekenmerkt door een weinig heterogeen complex met landbouw) wijzigen minder (8,5% tot 15,5%) en verschillen bovendien niet met de veranderingen onder scenario B2. Het scenario A1 heeft nog een relatief grote invloed op het zeer sterk heterogene urbane landschap met infrastructuur en industrie en het sterk heterogene urbane landschap (types 1 en 3), waarbij respectievelijk 21% en 19% van de oppervlakte wijzigt. Landschapstype 7, het sterk heterogene urbane landschap met een complex van droge natuurlijke vegetatie en industrie, welke het minst dynamische urbane landschap is (minder dan 10% verandering onder alle scenario's), komt overeen met een urbane zone gelegen in en rondom de duinengordel aan onze kust. De veranderingen die plaatsgrijpen zijn hoofdzakelijk de omzetting van akkerland en veeteelt naar urbane zones en (non-)commerciële dienstverlening.

Bij de industriële landschappen zijn drie landschapstypes (type 14: het sterk heterogene industriële landschap met open urbaan, type 16: het sterk

heterogene industriële landschap met droge natuurlijke vegetatie en type 18: het weinig heterogene industriële landschap met een complex van open urbaan en landbouw) het meest dynamisch bij scenario B1 (tussen 22% en 24%). Opvallend is dat het landschapstype 17, een weinig heterogeen industrieel landschap gelegen in Middellandpolders, 19% zal wijzigen bij scenario B2. Landschapstype 13 is het meeste stabiele van de industriële landschappen (gelegen in de Scheldepolders). De verandering ligt bij alle scenario's lager dan 4%. Dit landschapstype komt overeen met de industriële activiteiten rondom de haven van Antwerpen. Landschapstype 18 is dan weer het meest dynamische onder de industriële landschappen. Binnen dit landschapstype gaat heel wat veeteelt en akkerland verloren ten voordele van nieuwe industriële en urbane zones.

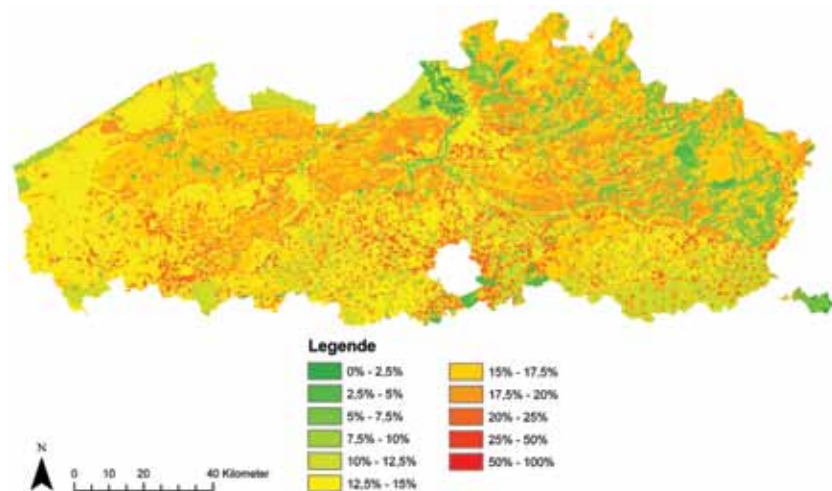
Er werden zeven types boslandschap gedefinieerd, waarvan drie sterk veranderen onder scenario B2 (15% tot 23%) en vier bij scenario B1 (6,5% tot 15%). De boslandschappen in combinatie met droge natuurlijke vegetatie gelegen in de Scheldepolders (type 19) en deze in combinatie met landbouw op natte zandleem gelegen in de zandleemstreek (type 24) zijn beiden sterk onderhevig aan veranderingen bij scenario A1 (21,5%). Landschapstype 19 is hoofdzakelijk gesitueerd op Antwerpen Linkeroever en komt overeen met het Parkbos en het Vlietbos. Dit is het meest dynamische landschapstype omwille van de sterke toename van kernnatuur bij beide B-scenario's. Landschapstype 25, bos met enkele landbouwcomplexen op een lemige en heuvelachtige ondergrond, is het meest stabiele boslandschap. Het feit dat dit type een groot deel van het Zoniënwoud, het Meerdaalwoud alsook verschillende bossen op de getuigenheuvels van de Vlaamse Ardennen bevat, is hier net vreemd aan.

De landbouwlandschappen (23) zullen het meest veranderen bij scenario B1, waarbij 19 types 12% tot 27% zullen wijzigen, en scenario B2. Een aantal types landbouwlandschappen zijn echter weinig dynamisch: type 45 (matig heterogeen, heuvelig, >100m, op droge leem) wijzigt in alle scenario's minder dan 10%. Dit type is gelegen in de Voerstreek waar het grootste deel van de verandering te wijten is aan de toename van urbane zones. Een opmerkelijk verandering doet zich voor bij landschapstype 30. Dit weinig heterogene type is gelegen in het oostelijke deel van de kustpolders en kent een sterke dynamiek bij de B-scenario's. Dit is te wijten aan een sterke omzetting van veeteelt en akkerbouw naar natuur-recreatieverweving. De oppervlakte natuur-recreatie neemt met maar liefst een factor 7 toe.

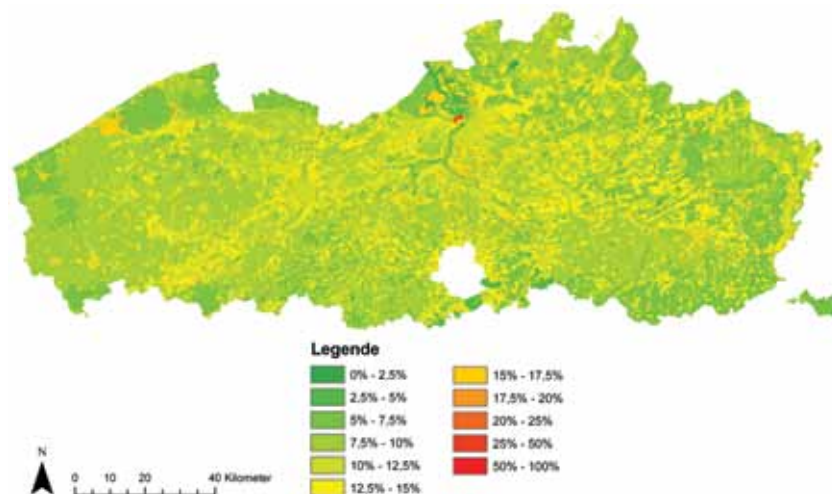
De landschapstypes natuurlijke vegetatie en waterlandschappen wijzigen allemaal het sterkst in scenario B1 (10% tot 19%), wat vermoedelijk te maken heeft met de sterke regelgevende overheid. Het matig heterogene natte

natuurlijke vegetatie landschap (type 51) is het meest stabiele natuurlijke vegetatietype met een verandering bij alle scenario's < 5%. De verandering die er zich voordoet is vooral te wijten aan een daling van de oppervlaktes akkerland en veeteelt en de toename van de urbane en industriële zones.

Bij de landschapstypes gekenmerkt door complexen van landbouw en bos, landbouw en urbaan, bos en urbaan, natuur en landbouw is de trend minder duidelijk. De complexen landbouw en bos zijn wel nog het meest beïnvloed bij scenario B1 en B2, maar type 61 (complex landbouw en urbaan en industrie op zandleem) zal vb. het sterkst wijzigen bij scenario A1 (22%) en type 63 (complex landbouw en urbaan in historische polders van Oostende) bij scenario A2 (23%). Landschapstype 58 (complex met landbouw en bos op een kleiige bodem) is het meest stabiel met een verandering < 5%. Dit landschapstype is gelegen in de Voerstreek wat deze streek samen met landschapstype 45 (landbouw op droge leem) tot een zeer stabiele regio maakt.

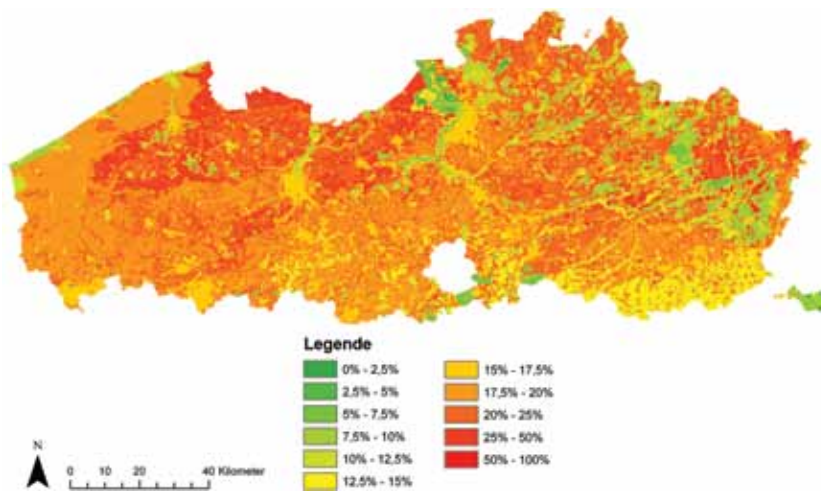


Figuur 30 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A1 Globale economie voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype

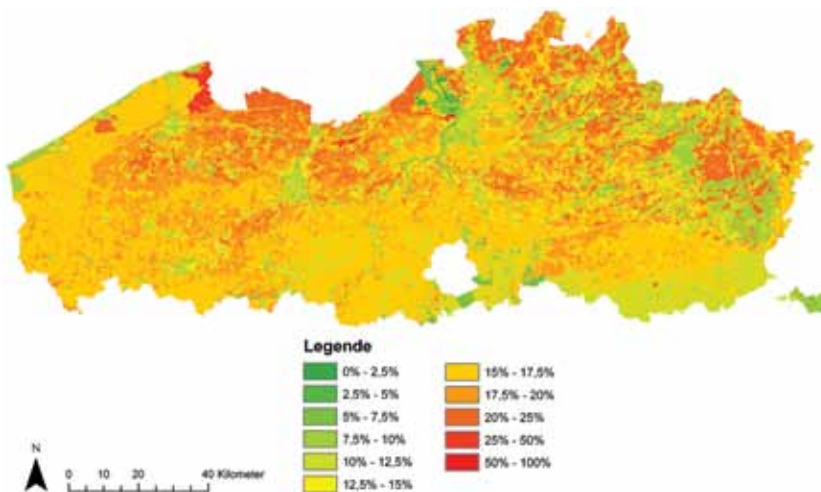


Figuur 31 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A2 Transatlantische markt voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype





*Figuur 32 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B1 Sterk Europa voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype*



*Figuur 33 Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B2 regionale gemeenschappen voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype*

#### 4.4.3 Gevalstudie toekomstscenario's landgebruik voor ankerplaatsen: casus Dendervallei en omgeving

In dit deel worden voor twee ankerplaatsen en hun omgeving de potentiële veranderingen op basis van de verschillende scenario's geanalyseerd: welke veranderingen doen zich voor, hoe dynamisch zijn de ankerplaatsen? Kan een verschillende dynamiek binnen en buiten een ankerplaats waargenomen worden? Aangezien de geselecteerde ankerplaatsen in twee verschillende landschapstypes gesitueerd zijn wordt ook bekeken of een verschil merkbaar is tussen de ankerplaats in een valleigebied (wat meer risico's tot overstroming zou kennen bij klimaatveranderingen) en een ankerplaats gelegen in lemig en reliëfrijk gebied (met meer risico's op vb. erosie).

Beide ankerplaatsen situeren zich in het Denderbekken. De eerste ankerplaats is “Dendervallei tussen Idegem en Ninove en het Geitebos - A40061”, gesitueerd tussen Geraardsbergen en Ninove. Het gedeelte van de Dendervallei is gelegen op alluviale gronden, terwijl het Geitebos zich situeert op een steilrand van de vallei waar Tertiaire lagen dagzomen. Kenmerkend voor de rechteroever van de Dendervallei is het meer golvend landschap met smalle, diep ingesneden beekvalleien. De Dender heeft rond haar oevers een vrij breed meersengebied zoals ook herkenbaar op de kabinetskaart van de Ferraris (ca.1775), gekenmerkt door meersen, natte weilanden, gedeeltelijk met bomenrijen. De vallei is nu deels ingenomen door populieraanplanten. De overgang van de Dendermeersen naar de beboste steile helling is een markante terreinovergang. De tweede ankerplaats “Vrijhoutbos en de Moretteberg - A20023” bevindt zich op het grondgebied van Asse, Dilbeek en Ternat aan de Brusselse rand. Geografisch gezien behoort het tot de Brabantse leemstreek en het landschap wordt gekenmerkt door het open agrarisch landschap afgewisseld met grote bospercelen. Daarnaast zijn holle wegen, houtkanten, bomenrijen en taluds kenmerkend alsook diverse kastelen.

Voor beide casussen werden dezelfde analyses uitgevoerd voor de vier verschillende scenario's. De resultaten werden gevisualiseerd in de onderstaande figuren, waarbij op de linkse kaart is weergegeven welke gebieden dynamisch zijn (rood) en welke niet veranderen (groen) tussen de referentietoestand en de verschillende scenario's in 2050. De besproken ankerplaats is aangeduid. De middenste kaart geeft aan wat de nieuwe bestemming zou worden, terwijl de rechtse kaart de ankerplaats voorstelt op de kaart met het aantal verandering per km<sup>2</sup>.

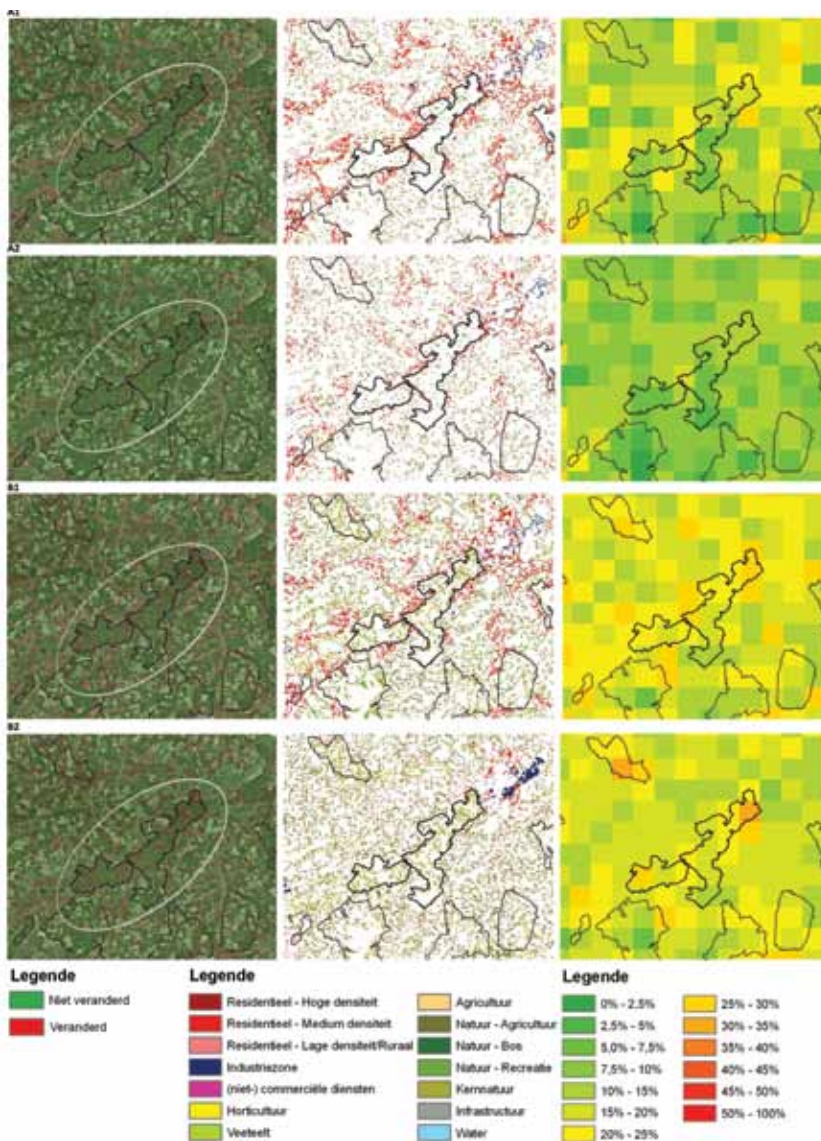
#### **Casus Ankerplaats Dendervallei tussen Idegem en Ninove en het Geitebos - A40061**

Bij A1-scenario (Figuur 34) blijft 86% van het op kaart voorgestelde gebied onveranderd. Wel is het duidelijk dat de ankerplaats zelf een stuk minder dynamisch is dan de omliggende gebieden, doordat 90% onveranderd is. Deze trend is ook herkenbaar voor de overige ankerplaatsen. Dit heeft te maken met het feit dat de ankerplaatsen in het model van de ruimtescanner toegevoegd zijn als beschermde zones waar vb. bebouwing niet mag toenemen. In de ankerplaats Dendervallei is dit bijkomend te verklaren doordat de vallei een groot risico tot overstromen kent. Momenteel wordt de ankerplaats hoofdzakelijk ingenomen door kernnatuur en natuur-agricultuur verweving. Als het A1-scenario gevolgd wordt, zal dit ook in de toekomst het geval zijn. Verspreid zou veeteelt en agricultuur omgezet kunnen worden naar kernnatuur en natuur-verweving. Grotere veranderingen buiten de ankerplaatsen zijn een duidelijke toename van



urbane zones (9%) aan de noordwestelijke rand van de ankerplaats, wat wijst op een uitbreiding van de kernen Idegem, Bullegem en Appelterre. Een toename van de industriële activiteiten doet zich voornamelijk voor als uitbreiding van de bestaande industrierterreinen ten noorden van Ninove. Deze uitbreiding van urbane en industriële zones is voornamelijk ten koste van veeteelt en de agricultuur, waarvan nog een klein aandeel omgezet wordt in natuur- of natuurverwevingsgebieden.

Dezelfde trend als scenario A1 is herkenbaar voor scenario A2 (Figuur 34), waar 10% van het studiegebied sterk dynamisch is. De toename van urbane zones is echter minder sterk (5%), voornamelijk gesitueerd aan de



Figuur 34 Scenario's: (links) weergave van de onveranderde (groen) en dynamische (rood) gebieden (achtergrond: orthofoto's NGI), (midden) aanduiding van de nieuwe toestand in 2050 (witte kleur is niet gewijzigd), (rechts) percentage verandering per km<sup>2</sup>

rand van de ankerplaats. De ankerplaats zelf is vrij stabiel: 93% van de oppervlakte blijft onveranderd. Zowel in als buiten de ankerplaats wordt heel wat natuur-agricultuur gevormd ten koste van landbouwgrond en andere natuur. Industriële en (non-)commerciële activiteiten ontwikkelen zich voornamelijk ten zuiden en ten noordoosten van Ninove, waar ook een groot deel van de bevolkingstoename gesitueerd zou zijn.

Zoals ook blijkt uit de vorige paragrafen is scenario B1 (Figuur 34) het meest dynamische in vergelijking met de andere scenario's, waarbij voor het studiegebied rond de Dendervallei 20% van de oppervlakte wordt gewijzigd. De ankerplaats zelf heeft een iets lagere dynamiek dan de omliggende gebieden met een wijziging van 18% van de oppervlakte. In de ankerplaats zelf wordt 15% kernnatuur en verwevingsnatuur bij gecreëerd, een trend die ook te herkennen is in de gebieden buiten de ankerplaatsen. Dit komt hoofdzakelijk door de omzetting van de landgebruikscategorieën veeteelt en agricultuur. De toename van de urbane gebieden is eerder beperkt (6%) en doet zich hoofdzakelijk voor buiten de ankerplaats.

Onder het B2-scenario (Figuur 34) is zo'n 18% van de oppervlakte dynamisch, waarbij ook de ankerplaats terug een lagere dynamiek kent met een verandering van 12%. De toename van urbane zones is hier beperkt tot 3% en voornamelijk te situeren aan de stadsrand van Ninove en langsheen de invalswegen. Net als in het vorige B-scenario kent de ankerplaats een interne sterke toename (21%) van de kernnatuur en de natuurverwevingsklassen ten koste van veeteelt en agricultuur, een trend die ook te herkennen is in het volledige gebied.

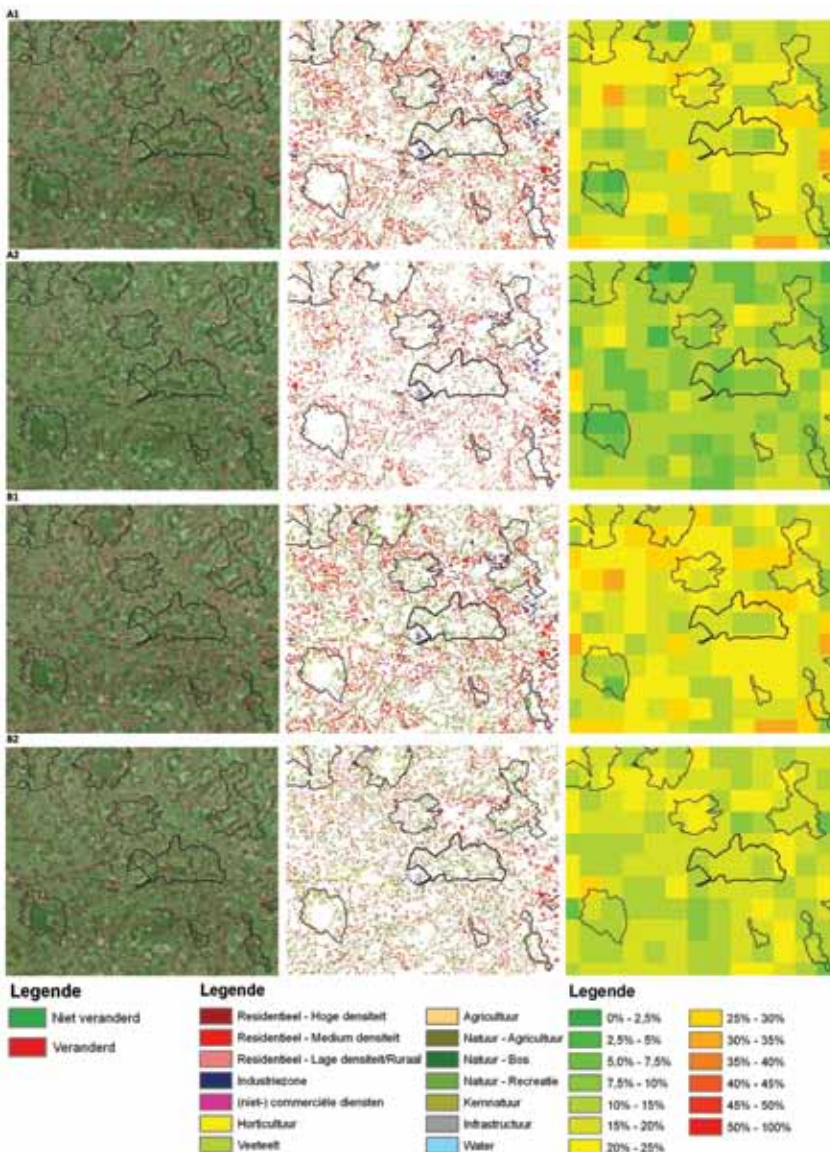
#### **Casus Ankerplaats Vrijhoutbos en de Moretteberg - A20023**

Onder het A1 scenario (Figuur 35) blijft 82% van het gebied en 82% van de ankerplaats onveranderd tussen de referentietoestand en 2050. Op de figuur is duidelijk de toename van de urbane gebieden met 11% herkenbaar verspreid over het volledige studiegebied maar met een kleinere toename in het noordelijke deel van de ankerplaats, wat aansluit op de bebouwde kern van Asse. De industriële ontwikkelingen doen zich hoofdzakelijk voor rondom de bestaande bedrijventerreinen in Asse (Asse Industriezone 4 en 5) en Ternat. In de ankerplaats zou voornamelijk landbouwgebied omgezet worden naar natuur-recreatie verweving.

Het A2-scenario (Figuur 35) is een stuk stabielere dan het A1-scenario, waarbij 89% van de oppervlakte onveranderd blijft en tot 91% in de ankerplaats. De toename van de urbane zone beperkt zich tot 7%. In de ankerplaats wordt vooral veeteelt en agricultuur omgezet in natuur-agricultuur. De industriële ontwikkelingen doen zich ook onder dit scenario voor aansluitend bij de reeds bestaande bedrijventerreinen.

Net zoals de ankerplaats van de Dendervallei is ook in deze ankerplaats duidelijk dat scenario B1 (Figuur 35) het meeste effect zal hebben op het landschap, waarbij in dit gebied meer dan 20% zal wijzigen. Ook de ankerplaats zelf kent een relatief grote dynamiek: meer dan 18% van de oppervlakte zal veranderen. Het aandeel urbane zones neemt met 10% toe door een omschakeling van veeteelt, agricultuur en natuur-recreatie. De veranderingen in de ankerplaats zelf worden hoofdzakelijk bepaald door omzetting naar verweving van natuur-recreatie en natuur-agricultuur.

Onder het scenario B2 (Figuur 35) blijft 84% van het gebied en 83% van de ankerplaats onveranderd. De toename van de urbane zones blijft in dit scenario



Figuur 35 Scenario's: (links) weergave van de onveranderde (groen) en dynamische (rood) gebieden (achtergrond: orthofoto's NGI), (midden) aanduiding van de nieuwe toestand in 2050 (witte kleur is niet gewijzigd), (rechts) percentage verandering per km<sup>2</sup>

beperkt tot 6% en is voornamelijk te situeren in de dorpskern van Asse, langsheen de westrand van Brussel en verspreid op het platteland, waardoor er vooral lintbebouwing en verspreide bebouwing bij zou komen. Opmerkelijk is de toename van kernnatuur in het westelijk deel van het studiegebied, wat zou zorgen voor een uitbreiding van het huidige Liedekerkebos. De dynamiek in de ankerplaats wordt voornamelijk veroorzaakt door de toename van de natuur-agricultuur en de natuur-recreatie oppervlakte.

#### 4.4.4 Besluit

Bij het combineren van de landgebruikprojecties voor 2050 met de landschapstypologie blijken grote verschillen in de mate van mogelijke veranderingen van de landschappen op basis van de verschillende scenario's van landgebruik. Deze verschillen zijn hoofdzakelijk te verklaren door de uiteenlopende accenten die gelegd werden in de socio-economische projecties en de bijhorende ruimteclaims. Bij een scenario waarbij er zou geëvolueerd worden naar een "Sterk Europa" (A2) zou het landgebruik zeer sterk wijzigen, waardoor de landschappen zeer dynamisch zouden zijn. Indien er meer zou geëvolueerd worden naar een "Transatlantische markt" (B1) zouden de Vlaamse landschappen minder sterk wijzigen. Voor twee studiegebieden met ankerplaatsen werd ingezoomd naar het lokale niveau op de verschillende scenario's en werd hun ruimtelijke impact in detail geanalyseerd (Tabel 5). Hieruit blijkt dat de grootste veranderingen hoofdzakelijk veroorzaakt worden door toename van urbane gebieden door een vermoedelijke grotere vraag naar bijkomende bouwgrond. In de case van de Dendervallei is deze toename te situeren rond de reeds bestaande bebouwde kernen, in het studiegebied van Asse doet de toename van bebouwde gebieden zich meer verspreid voor. De categorieën die de grootste oppervlakte zouden moeten inleveren zijn in alle scenario's de categorieën veeteelt en agricultuur. De verschillen in accenten van de

Regio A40061		A1	A2	B1	B2
Studiegebied	Veranderd	14%	10%	20%	18%
	Onveranderd	86%	90%	81%	82%
Ankerplaats	Veranderd	18%	9%	18%	17%
	Onveranderd	82%	90%	82%	83%

Regio A20023		A1	A2	B1	B2
Studiegebied	Veranderd	18%	11%	20%	16%
	Onveranderd	82%	89%	80%	84%
Ankerplaats	Veranderd	10%	7%	12%	12%
	Onveranderd	90%	93%	88%	88%

*Tabel 5 Aandeel (%) van de dynamisch en onveranderde oppervlakte voor de vier verschillende scenario's met onderscheid tussen het totale studiegebied en de ankerplaats Dendervallei tussen Idegem en Ninove en het Geitebos - A40061 en Vrijhoutbos en de Moretteberg - A20023*

diverse scenario's hebben duidelijk een andere impact op het landschap: bij de keuze voor een "Globale economie" (A1) is er een grote toename van urbane gebieden, bij de "regionale gemeenschappen" (B2) zou er meer ingezet worden op natuur waardoor dat oppervlakteaandeel zou toenemen. In de gebieden die aangeduid zijn als ankerplaats in de Landschapsatlas blijkt dat ze minder zouden veranderen. Zo zou de toename urbane gebieden in de ankerplaatsen heel beperkt blijven en voornamelijk een groter aandeel natuur en natuurverweving bevatten. Deze trend is te verklaren doordat de ankerplaatsen in de modellering van het landgebruik meegenomen zijn als beschermde gebieden waar bepaalde veranderingen niet of beperkt plaats kunnen vinden, vb. omzetting naar bebouwde gebieden. Binnen het Vlaamse landschap zijn de ankerplaatsen de meest waardevolle landschappelijke gebieden. Ze worden gekenmerkt door een hoge concentratie aan erfgoedelementen die een geheel vormen met een uitgesproken identiteit en unieke geschiedenis. Het zijn deze plaatsen die gezien worden als prioritaire gebieden voor een geïntegreerde landschapszorg. Juist daarom is de analyse van deze gebieden in relatie tot toekomstige socio-economische veranderingen en klimaatveranderingen van groot belang. Door de focus op de erfgoedwaarden van landschap in het Vlaamse beleid is het relevant om deze mogelijke veranderingen en impact eerst binnen de ankerplaatsen te analyseren om een evaluatie te kunnen maken van de kwetsbaarheid van de ankerplaatsen en mogelijke adaptatiemaatregelen voor te stellen. De oplossingen die voor deze prioritaire gebieden geformuleerd worden zouden mee moeten opgenomen worden bij de aanduiding van de definitieve ankerplaatsen. Er moet echter ook buiten de ankerplaatsen gedacht worden: enkel maatregelen formuleren die zouden uitgevoerd worden binnen de ankerplaatsen heeft weinig zin, gezien de horizontale landschapsecologische relaties met de omliggende gebieden. Wat betreft de formulering van ruimtelijke adaptatiestrategieën is dus een geïntegreerde benadering noodzakelijk, waarbij het gebiedsdekkende Vlaamse landschap in beschouwing wordt genomen en het landschappelijke erfgoed niet als "eilandjes" in het ruimtelijk beleid worden gezien.

## **4.5 Gevoeligheid in relatie tot klimaatverandering**

### **4.5.1 Inleiding**

De gevoeligheid voor klimaatverandering is de mate waarin een systeem wordt beïnvloed, positief of negatief, door de impacten van klimaatverandering. De beïnvloeding kan rechtstreeks (vb. verandering van de oogst als gevolg van een verandering van de gemiddelde of variatie van de temperatuur) of onrechtstreeks zijn (vb. schade door het toenemen van overstroming uit zee als gevolg van zeespiegelstijging) (IPCC, 2001).

Uit voorgaande definitie van het IPCC (Bernstein et al., 2007) leren we dat gevoeligheid de eigenschappen van de klimaatgerelateerde verstoring beïnvloedt zoals de grootte, de hoeveelheid en de snelheid van een bepaald effect. Het zegt iets over de actuele toestand en de mate van gevolgen. Zo zorgen bodems met veel verhardingen of hydrofobe bodems als gevolg van een lange droogte voor een hoge run-off van de neerslag, waardoor het water snel verzamelt op een bepaalde plaats en niet meer weg kan (pluviale overstroming). Het water zou ook snel kunnen verzamelen in beken en rivieren en zo een massa water veroorzaken die buiten de afvoercapaciteit komt te liggen (fluviale overstroming). De gevoeligheid van het systeem en de blootstelling aan het effect co-produceren de klimaatimpact en hebben een potentiële kwetsbaarheid tot gevolg. Gevoeligheid zegt dus iets over de actuele toestand, in tegenstelling tot kwetsbaarheid, wat iets zegt over de schade (zie verder). Beide begrippen staan in relatie tot elkaar. Zonder gevoeligheid kan er geen schade zijn. Er kan evenmin schade optreden zonder blootstelling aan effecten.

Hieronder worden niet-exhaustief enkele gevoeligheden opgelijst. Op basis van deze gevoeligheden werden enkele gevoeligheidskaarten gemaakt. Gevoeligheidskaarten geven de dosis-antwoord relatie weer tussen de blootstelling aan klimaateffecten en de gevolgen daarvan (Füssel en Klein, 2006). Het is een aankondiging van een toestand door middel van verschillende codes, dat kan in drie of meer stappen. Bijvoorbeeld code groen (geen gevaar), oranje (hulpdiensten paraat) en rood (gevaar, hulpdiensten rukken uit).

1. Meteorologische droogte	Landbouwgewassen, droogtegevoelige natuur en bos komen potentieel onder druk als gevolg van te weinig neerslag. Aanmaak van brandstof voor bos- of heidebrand is een gevoeligheid als gevolg van een cascade van effecten.
2. Hydrologische droogte	Hier wordt verdroging onder verstaan. Dat is de vermindering van de waterinhoud van de watervoerende lagen en van de bodem door menselijke beïnvloeding. De waterbeschikbaarheid voor natuur en mens neemt af. Naast vermindering, valt verandering van waterkwaliteit van de watervoerende lagen ook onder verdroging. Beleidsmatig wordt het volledige kwantitatieve waterbeleid onder de noemer van verdroging geplaatst (Van Damme et al., 2000). Er is nood aan water voor natuur, landbouw, productie- en consumptiewater, de binnenscheepvaart, koelwater en recreatie, ...
3. Hydrofobe bodem	Langdurige droogte kan een waterafstotende bodem veroorzaken met een hogere run-off (coëfficiënt) bij een (hevige) regenbui tot gevolg. De eigenschappen van de onverharde en verharde bodem vallen samen en verhogen de kans op overstroming in de watergevoelige gebieden.



4. Verzadigde bodem	Langdurige neerslag kan een verzadigde bodem veroorzaken die geen extra water kan opnemen, met een verhoogde run-off (coëfficiënt) tot gevolg.
5. Convergentie van oppervlaktewater	In het Scheldebekken verzamelt water in de valleigebieden (rivier en beek). Er wordt tijdelijk aanspraak gemaakt op extra ruimte voor waterberging met potentiële overstroming tot gevolg.
6. Overstroming van de kust	Een lager gelegen gebied is gevoelig voor overstroming uit zee (zilt), met naast de overstroming verzilting tot gevolg.
7. Hitte-stress 's nachts	Verhoogde leefomgevingstemperatuur 's nachts in sommige stedelijk verdichte gebieden als gevolg van specifieke morfologische omstandigheden. Dit kan leiden tot een verhoogde energievraag (koeling), meer ziekenhuisopnames, stressontwikkeling bij mensen als gevolg van slechte nachtrust, dehydratie, doden, enz.
8. Hitte-stress overdag	Verhoogde leefomgevingstemperatuur overdag in sommige stedelijk verdichte gebieden als gevolg van specifieke morfologische omstandigheden. Dit kan leiden tot een verhoogde energievraag (koeling), meer ziekenhuisopnames, stressontwikkeling bij mensen als gevolg van slechte nachtrust, dehydratie, doden, enz. Meer energieverbruik voor koeling, meer ziekenhuisopnames, stress bij mensen als gevolg van oncomfortabele leefomgeving.

*Tabel 6 Enkele significante gevoeligheden in relatie tot het ruimtelijk functioneren*

#### 4.5.2 Algemene gevoeligheid voor waterschaarste

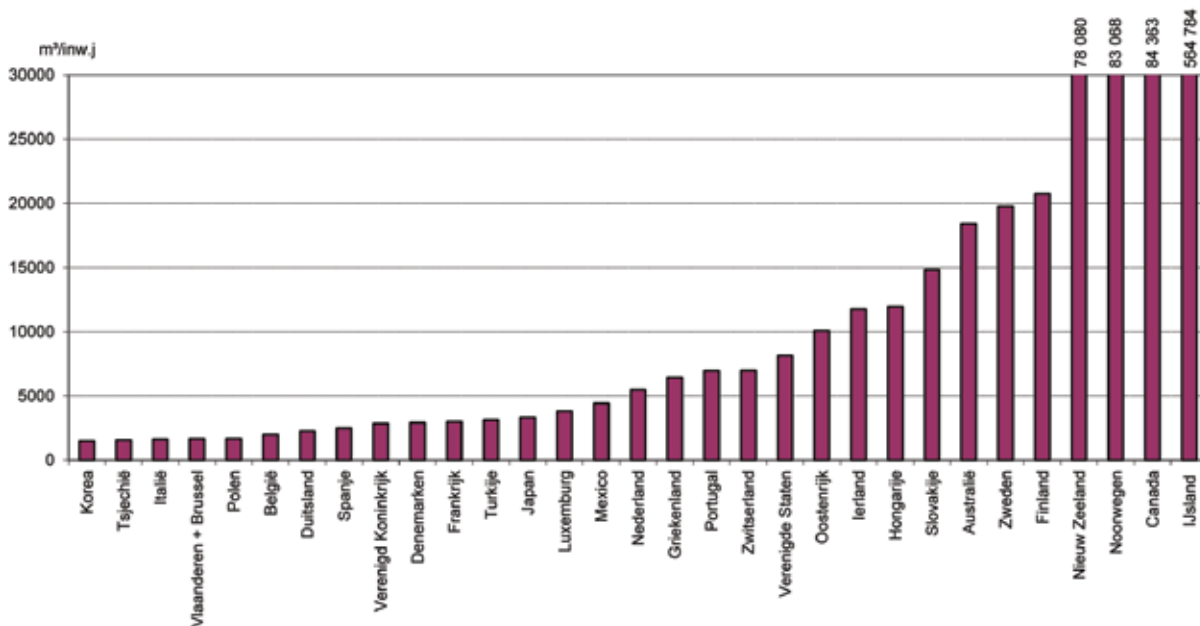
De directe en indirecte gevolgen van klimaatverandering maken van Vlaanderen een kwetsbare regio. De directe gevolgen omvatten het frequenter voorkomen van extreme klimatologische omstandigheden zoals stormen, overstromingen, modderstromen, hagelschade en hittegolven die telkens een hoge materiële, economische en menselijke kost met zich meebrengen. De focus van de klimaatadaptatie ligt vooralsnog te vaak op het adapteren aan deze extremen. Een belangrijke uitdaging die nog vaak vergeten wordt, betreft de watervoorziening van Vlaanderen.

In Vlaanderen valt er historisch gezien gemiddeld zo'n 800 mm neerslag, wat overeenkomt met 11 miljard m<sup>3</sup> water. Een groot deel van die neerslag komt terecht op daken en andere verharde oppervlakken en stroomt via rioleringsinfrastructuren en grachten vrij snel af naar de waterlopen. Een ander groot deel van de neerslag verdamppt opnieuw naar de atmosfeer. Dit kan zeer snel gaan door directe verdamping maar een groot deel verdampst indirect door het waterverbruik van vegetatie. Wat er overblijft, kan diep in de bodem infiltreren en daar maanden tot tientallen jaren verblijven alvorens het ergens in een lager gelegen gebied terug opvloeit uit de bodem. Dankzij dit buffermechanisme zijn rivieren en kanalen minder neerslagafhankelijk en hebben ze ook in drogere perioden voldoende water van goede kwaliteit.

Vlaanderen is echter een relatief waterschaarse regio. De term waterschaarste wordt gebruikt als de waterbeschikbaarheid minder is dan 1.000 m<sup>3</sup>/inw./jaar. Het langjarig jaargemiddelde van de waterbeschikbaarheid bedroeg in 2007 834 m<sup>3</sup>/inw./jaar. Er is dan sprake van een ernstig watertekort. Dat betekent dat Vlaanderen en Brussel internationaal worden beschouwd als een regio met een ernstig watertekort (Mira-T 2010).

Het oppervlaktewater heeft een enorm economisch belang voor scheepvaart, drinkwaterproductie, koelwater, enz. Uit de rapporten van het waterbouwkundig laboratorium (Michielsens et al., 2012) halen we de volgende conclusies met betrekking tot het gebruik van oppervlaktewater:

In Vlaanderen onttrekt men jaarlijks 8,3 miljard m<sup>3</sup> (263 m<sup>3</sup>/s) water uit bevaarbare waterlopen en kanalen. Dit komt voornamelijk op rekening van de scheepvaart, de energieproductie en de industrie die respectievelijk verantwoordelijk zijn voor 46%, 32% en 13% van het totale onttrokken volume. Ze situeren zich voornamelijk langs de belangrijke economische assen en centra: het Albertkanaal en het kanaal Gent-Terneuzen en de havens van Antwerpen en Gent. 1,2 miljard m<sup>3</sup> van wat er wordt onttrokken wordt effectief verbruikt. Dit is 39 m<sup>3</sup>/s of 15% van het totale onttrokken volume. Ondanks het feit dat de scheepvaart bijna alles weer in het oppervlaktewater loost is



Figuur 36 Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen (MIRA-T, 2011)(OESO, WL, MOW, VMM) – <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/milieuthemas/waterkwantiteit/beschikbaarheid-van-water/waterbeschikbaarheid/>



het de grootste verbruiker met bijna 0,5 miljard m<sup>3</sup>/j (15,5 m<sup>3</sup>/s, 40% van het totale verbruik). Het is het verlies aan de Kreekraksluizen en de sluizen in Terneuzen. Ook het debiet dat nodig is ter bestrijding van de zoutindringing in het kanaal Gent-Terneuzen is een belangrijke waterverbruiker. Met 262 miljoen m<sup>3</sup>/j (8 m<sup>3</sup>/s) staat het in voor 22% van het totale waterverbruik. Tenslotte zijn de industrie en de drinkwaterproducerende bedrijven de overige grote waterverbruikende sectoren met een respectievelijk verbruik van 164 en 154 miljoen m<sup>3</sup>/j (elk zo'n 5 m<sup>3</sup>/s).

Maar ook het grondwater is een cruciale natuurlijke rijkdom die van ontzettend belang is voor onze welvaart. Vooral het hernieuwbare freatische grondwater zal op termijn steeds belangrijker worden. Uit de gegevens van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV, 2012) kunnen we het onderstaande concluderen met betrekking tot grondwater:

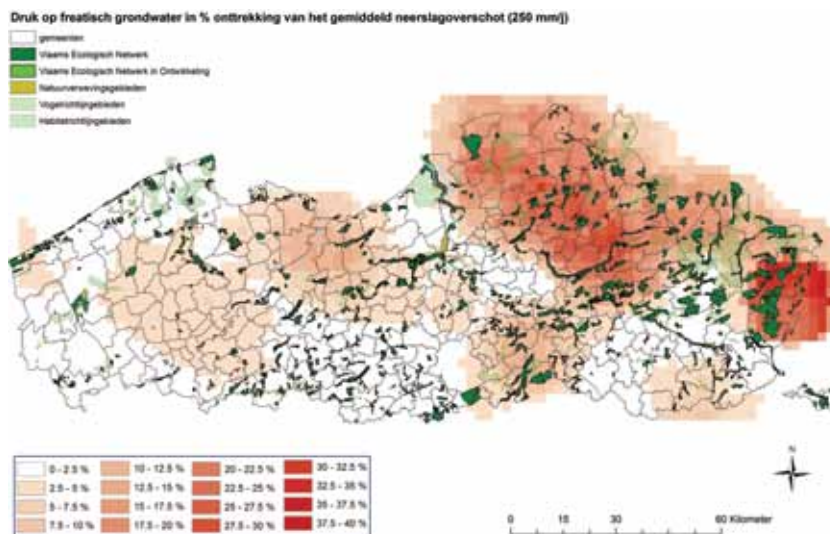
In Vlaanderen bestaat er een vrij hoge druk van grondwaterwinningen. Er zijn er zo'n 22.600 grondwaterwinningen vergund, goed voor een totaal van 420 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Dit komt overeen met 13,2 m<sup>3</sup>/s. Zo'n 282 miljoen m<sup>3</sup> betreft vergunningen voor winningen in freatische waterlagen die afhankelijk zijn van aanvulling door infiltratie. Meer dramatisch is dat er voor zo'n 115 miljoen m<sup>3</sup> vergunningen zijn voor winningen uit niet-freatische waterlagen die veel kwetsbaarder zijn voor overonttrekking. De overonttrekking uit de Sokkel is wat dat betreft een gekend probleem. Voor een overige 20 miljoen m<sup>3</sup> is het regime niet geweten. De meeste freatische winningen bevinden zich in de ecoregio's Kempen en Maas omwille van de dikke goed doorlaatbare dekzanden. Deze beperkte geografische spreiding kan lokaal een impact hebben op de waterhuishouding. In de ecoregio Kempen wordt jaarlijks zo'n 13% van het totale neerslagoverschot (1.340 mio m<sup>3</sup>) onttrokken door de vergunde grondwaterwinningen (175 mio m<sup>3</sup>). Uit de onderstaande data blijkt dat vooral de bekkens van Nete, Maas en Dijle de grootste winningen hebben van freatisch grondwater in absolute cijfers. Voor het Netebekken bedraagt het totaal neerslagoverschot dat kan infiltreren ongeveer 420 mio m<sup>3</sup> terwijl er vergunningen zijn om tot 19% (78 mio m<sup>3</sup>) van dat neerslagoverschot terug op te pompen. De verhouding tussen effectief onttrokken hoeveelheden en de vergunde jaardebieten bedraagt ongeveer 60%. Daartegenover staat dat er wellicht nog vele duizenden onvergunde illegale winningsputten zijn en dat er onder het scenario van warmere, drogere zomers een verhoogde vraag zal zijn naar grondwater.

Bekken	Totaal vergund m <sup>3</sup>	% Totale neerslagoverschot
Maasbekken	98.436.194	25%
Netebekken	77.770.279	19%
Beneden-Scheldebekken	31.879.738	7%
Dijlebekken	18.722.822	7%
Bekken van de Gentse Kanalen	15.401.908	7%
Demerbekken	11.223.770	2%
Leiebekken	8.483.718	3%
Ijzerbekken	7.635.661	2%
Bekken van de Brugse Polders	7.304.668	3%
Boven-Scheldebekken	2.961.469	2%
Denderbekken	1.415.683	1%
	281.235.909	

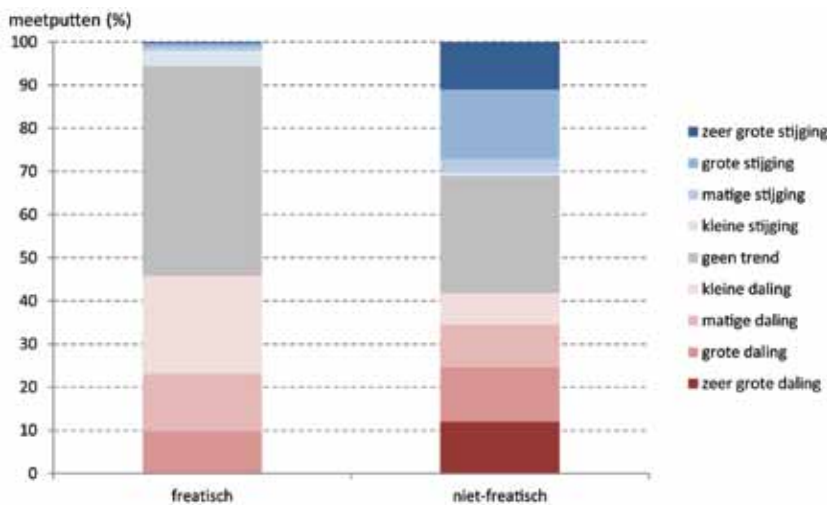
Tabel 7 Aggregatie van de gegevens voor freatische winningen uit de DOV databank op niveau van de stroombekkens.

Figuur 37 toont een ruimtelijke visualisatie van de verhouding tussen ontginning en aanvulling binnen een straal van 12,5 km. Dit varieert van 0 tot 38% van het neerslagoverschot (aannee 250 mm/jaar gebiedsdekkend).

Het is dan ook geen verrassing dat er een overwegend negatieve trend kan waargenomen worden voor zowel freatische als niet-freatische grondwaterpeilen (MIRA-T, 2012). Van de freatische meetputten heeft maar liefst 45% een dalende trend ten opzichte van slechts 5% van de meetputten die een stijgende trend hebben.



Figuur 37 Percentage van het gemiddeld jaarlijks neerslagoverschot (250 mm/j·m<sup>2</sup>) dat "onttrokken" wordt door freatische winningen per pixel van 2500 m X 2500 m



*Figuur 38 Evolutie van de grondwaterstanden ingedeeld naar freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Vlaanderen, 2000-2011) (VMM-MIRA)*

De grote uitdaging voor de toekomst zal de beheersbaarheid zijn van deze belangrijke natuurlijke rijkdom. Er is een algemene consensus dat het klimaat steeds extremer zal worden – zowel wat betreft de relatief lokale en kortdurende gebeurtenissen (extreme neerslag) als het voorkomen van regionale en seizoenale extremen (extreem droge en natte perioden). Een grotere onvoorspelbaarheid maakt het voor waterbeheerders, landbouwers, enz. ook steeds moeilijker om hierop te anticiperen. Deze onzekerheid wordt door Hansen (2012) omschreven als een “klimaatdobbelsteen” waarbij de totale waarde van de zes zijden dezelfde is, maar waar de eerder gemiddelde waarden drie en vier vervangen worden door één en zes. De kans op een normale gemiddelde zomer of winter wordt relatief lager en er is meer kans op een onvoorspelbare afwisseling van extreem natte, droge, warme of koude zomers. Dat dit fenomeen van toenemende anomalieën ten opzichte van gemiddelde waarden ook werkelijk plaatsvindt op wereldschaal wordt door Hansen overtuigend aangetoond. Er zal dus ook in Vlaanderen een noodzaak zijn om buffers te creëren voor zowel extreem droge en natte perioden.

### **Een ruimtelijk beleid voor het versterken van de veerkracht van het hydrologisch systeem is noodzakelijk omwille van economische redenen.**

Zelfs zonder klimaatverandering zal een bevolkingstoename in combinatie met een verminderde grondwateraanvulling door verdere urbanisatie vraag en aanbod verder uiteen drijven. De gevoeligheid van de grote rivieren voor droge perioden is over de jaren heen enkel maar extremer geworden door de ondertussen reeds gekende oorzaken (verminderde sponsfunctie van valleien door drainage, verhoogde afstroming door verharding enz.). Volgens de meeste prognoses kijken we aan tegen een klimaat met drogere

warmere zomers en nattere winters. Er is een aanzienlijke kans dat klimaatverandering de problematiek van waterschaarste over het kritische punt zal tillen met economische en ecologische schade tot gevolg. Er kan immers verwacht worden dat het nuttig neerslagoverschot zal dalen ten gevolge van klimaatverandering (meer verdamping, minder neerslag). Tijdens recente langdurige droge, warme perioden observeerde men nu reeds een toename van het drinkwaterverbruik met meer dan een derde. En alhoewel Vlaanderen nu nog niet echt een irrigatielandbouw kent, zal dat in de toekomst eveneens snel toenemen met een grote bijkomende druk op grond- en oppervlaktewatervoorraden. Voor oppervlaktewatervoorraden geldt dit niet, waardoor de druk op grondwatervoorraden zal toenemen, met gevolgen van verdroging voor scheepvaart, industrie, natuur en landbouw.

**Een ruimtelijk beleid voor het versterken van de veerkracht van het hydrologisch systeem is noodzakelijk omwille van ecologische redenen.**

In de ecoregio's Kempen en Duinen bevindt zich zo'n 80% van alle Habitatrictlijngebieden van Vlaanderen. De riviervalleien en de vele kwel- en brongebieden aan de voet van het Kempisch plateau herbergen een heel aantal habitats van Europees belang, maar die zijn tevens gevoelig voor verdroging. Tegelijk zijn deze ecoregio's van groot belang voor de drinkwatervoorziening in Vlaanderen. Door de zandgronden en het grote areaal aan bos en natuur is het grondwater er van goede kwaliteit. Dit veroorzaakt paradoxaal genoeg een grote druk op de freatische grondwatervoorraden met verdroging tot gevolg.

De hoge druk op het grondwater en de peildalingen die daaruit volgen hebben tot gevolg dat er meer oppervlakte geschikt is voor infiltratie omwille van de peildalingen rond de winningen. We willen deze vorm van infiltratie inhoudelijk scheiden van de van nature geschikte topografisch verheven infiltratiegebieden. In de zones die door grondwaterwinning en/of drainage een peildaling ondervinden moet er vooral ingezet worden op het vasthouden van water. Dit betreft valleien en depressies die van nature zeer nat zijn en dus een (gedegradeerde) alluviale of venige ondergrond hebben. Bij perioden van overvloedige neerslag zullen deze gebieden een schijngrondwaterstand ontwikkelen omwille van de beperkte doorlaatbaarheid en zal er oppervlakkige drainage optreden. Het vasthouden van neerslag en aangevoerd water in deze gebieden is dan ook zeer belangrijk voor de grondwateraanvulling. Ondanks de beperkte infiltratiesnelheid kunnen deze gebieden veel aanvulling genereren. Het reduceren van oppervlakkige drainage is dan een vereiste. Finaal kan men nog stellen dat de gebieden die onder de huidige omstandigheden van verdroging nog kwel vertonen, zeer zeldzaam zijn. Het niet-draineren

van deze gebieden draagt in ieder geval bij tot het conserveren van de grondwatervoorraden en unieke natuurwaarden.

Grondwateraanvulling door infiltratie en retentie is dus van cruciaal belang voor het beschermen van grondwaterwinningen en de grondwaterafhankelijke natuur. Bij voldoende infiltratie en retentie gedurende de wintermaanden kan men het effect van een meer extreem klimaat op grondwatervoorraden en de daarmee geassocieerde grondwaterpeildalingen enigszins bufferen. Daarnaast is het grondwater noodzakelijk voor het voeden van een basisdebiet aan de vele bronnen en waterlopen – dit is essentieel voor de waterkwaliteit tijdens droge, warme perioden.

### **Naar een synergie tussen natuur en watervoorziening**

Omwille van economische én ecologische argumenten kunnen we dan ook stellen dat er een noodzaak is aan grondwateraanvulling – zowel naar kwantiteit als kwaliteit. Het maximaal benutten van het potentiële neerslagoverschot voor aanvulling van grondwatervoorraden kan een strategie zijn om de watervoorziening veilig te stellen en tegelijk de resterende grondwaterafhankelijke natuur op termijn te vrijwaren van verdere verdroging. De strategie van het preferentieel lokaal infiltreren en vervolgens vasthouden van afstromend water in bovenlopen en depressies in het landschap is bovendien complementair aan de strategie om overstromingen ten gevolge van extreme neerslag op te vangen.

71

We kunnen dan ook stellen dat er een noodzaak is aan grondwateraanvulling – zowel naar kwantiteit als kwaliteit. Een hoge onttrekkingsgraad van freatisch grondwater zorgt voor een lokale en bovenlokale impact op de grondwaterpeilen en bedreigt zo de biodiversiteit in grondwaterafhankelijke ecosystemen. Daarnaast is het grondwater noodzakelijk voor het voeden van een basisdebiet aan de vele bronnen en waterlopen – dit is essentieel voor de waterkwaliteit tijdens droge, warme perioden. Finaal kan men ook stellen dat infiltratie van groot belang is voor het voorkomen van overstromingen – ook wanneer dit gebeurt op plaatsen waar het voor grondwateraanvulling van relatief weinig belang is (vb. in valleien). De gemiddelde jaarlijkse potentiële grondwateraanvulling kan variëren tussen 112 mm ( $l/m^2$ ) voor de zone van de Polders tot 338 mm voor de zone van de Noorderkempen (regionale gemiddelden). Voor heel Vlaanderen bedraagt, volgens recente berekening, de gemiddelde grondwateraanvulling 220 mm per jaar (De Smedt et al., 2004; MIRA, 2011). Deze berekeningen zijn herwerkt voor de gedetailleerde landgebruikkaarten van de CcASPAR studie op basis van (Batelaan et al, 2007).

Binnen het onderzoek naar de kenmerken van de “Ruimtelijke Natuurstructuren” werd een gedetailleerde, ruimtelijk expliciete analyse van het fysisch systeem uitgevoerd. De resultaten daarvan geven aan welke zones van belang zijn voor bepaalde hydrologische functies (infiltratie, grondwateraanvulling, verkoeling, waterretentie, waterberging) die de veerkracht ten aanzien van een meer extreem klimaat kunnen versterken.

In volgende paragrafen gaan we in op het belang van infiltratie – als één van deze functies – in het licht van strategische grondwateraanvulling.

De noodzaak voor een infiltratiebeleid wordt gedreven door zowel economische als ecologische argumenten. Allereerst wordt de potentiële infiltratie beperkt door de bodemtextuur en bodemhydrologie. Ten tweede kan men een onderscheid maken naar het relatief belang voor grondwateraanvulling. Ten derde is er een effect van landgebruik op de infiltratie door verharding, bodemverdichting, drainage, verdamping en interceptie. Klimaatverandering vormt een bedreiging voor watervoorziening op twee fronten. Klimaatverandering zal enerzijds de druk op watervoorziening vanuit grondwaterwinningen vergroten. Anderzijds zal een daling van de gemiddelde neerslaghoeveelheid en/of een toename van de gemiddelde verdamping voornamelijk ten koste gaan van het netto-neerslagoverschot dat kan infiltreren naar diepere lagen.

### **Potentiële infiltratiecapaciteit van de bodem**

Het maximaal infiltratiepotentieel wordt beperkt door de lokale grondwaterstand. De aanwezigheid van een ondiepe waterverzadigde laag beperkt de diepe infiltratie. Ondiep grondwater wordt afgeleid naar natuurlijke waterlopen en/of drainagegrachten. Wanneer er zeer ondiep grondwater aanwezig is, zal er zich sneller oppervlakkige afstroming voordoen. Het ophouden van grond en/of neerslagwater in van nature natte gebieden kan evenzeer wel bijdragen tot het vermijden van hydrologische droogte (laagwater problematiek oppervlaktewater). Dit aspect wordt behandeld onder (grond-)waterretentie.

Een tweede bepalende factor is de bodemtextuur. Bij een lage hydraulische conductiviteit kunnen bodems neerslag slechts traag absorberen en laten percoleren. Lichte bodems zoals zand (300 mm/j), lemig zand (270 mm/j) en licht zandleem (225 mm/j) hebben een relatief hoge grondwateraanvulling. Zwaardere bodems zoals klei (40-100 mm/j), leem (180 mm/j) en zandleem (200 mm/j) hebben een beperkter effect op de grondwateraanvulling. In de eerste plaats infiltreren deze bodems het water veel trager – deze vertraagde infiltratie stelt echter geen probleem zolang de bovenste laag van de bodem voldoende doorworteld worden

en/of voldoende organisch materiaal bevat. De tweede reden is dat deze bodems een veel groter vochtleverend vermogen hebben. Het hangwater (het geïnfiltreerde water) blijft langer in de bodem zitten en is op die manier langer beschikbaar voor verdamping (evaporatie) en voor opname door vegetatie (transpiratie).

### **Ruimtelijke differentiatie in het belang van infiltratie voor grondwateraanvulling**

Niettegenstaande het gegeven dat de infiltratie trager of beperkter is bij zwaardere bodems moeten we ook op die locaties inzetten op meer infiltratie voor voeden van bronnen en waterlopen.

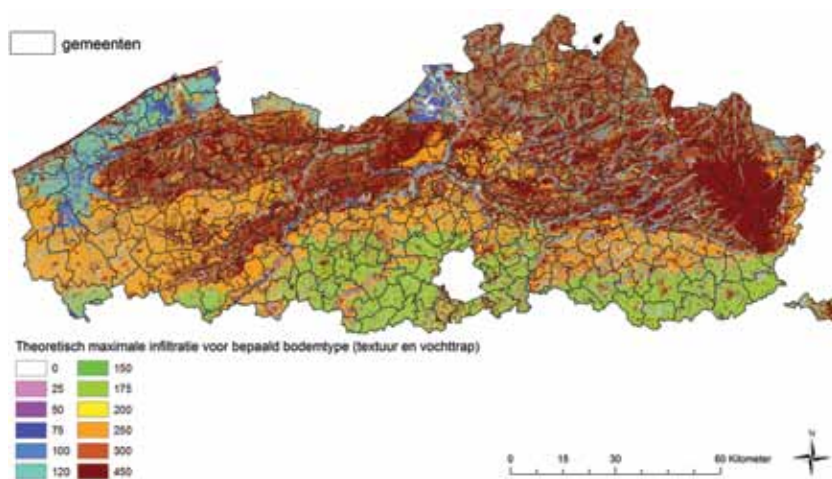
De grondwateraanvulling door infiltratie zal belangrijker zijn voor de grondwateraanvulling als:

- Deze plaats vindt op verhevenheden in het landschap (opbouw hydrostatische druk).
- De infiltratie plaats vindt op een zekere afstand van een drainerende waterloop. De grondwatertafel relatief diep onder het maaiveld zit.

Door het berekenen en combineren van topografische indices (Ruhoff, 2011) op het digitaal hoogtemodel en op verschillende schaalniveaus werd een inschatting gemaakt van de gevoeligheid van het ondiep grondwater op een peildaling ten gevolge van neerslagtekort (Figuur 40). Op de meest gevoelige plaatsen is de grondwateraanvulling des te belangrijker.

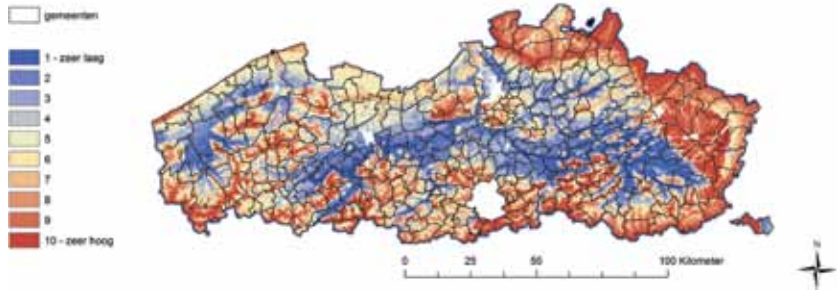
73

De vier kwalitatieve aspecten werden gecombineerd in een kaartlaag (Figuur 41) die het belang aangeeft van infiltratie voor grondwateraanvulling.



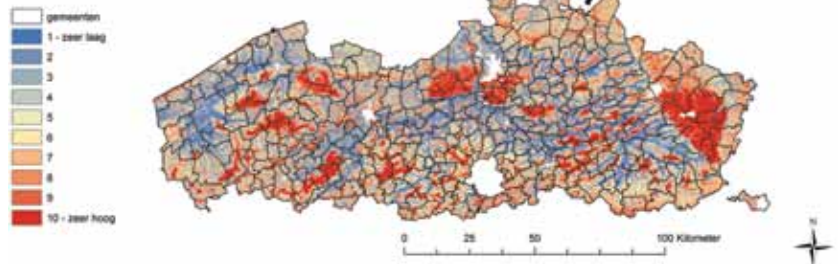
*Figuur 39 Maximaal infiltratiepotentieel bij een gemiddelde neerslag (800mm/jaar) (0 - 450 mm) vanuit bodemkundig oogpunt onder het scenario van een natuurlijke grondwaterstand*

#### Natuurlijke topografische en bodemkundige gevoeligheid voor peildalingen van het ondiep freatisch grondwater



Figuur 40 Gevoeligheid voor peildaling van het freatisch grondwater ten gevolge van structureel neerslag tekort

#### Relatief belang van lokale infiltratie voor aanvulling ondiep grondwater



Figuur 41 Relatief belang van de infiltratie vanuit aspect grondwateraanvulling (in afnemend belang: bruin-geel-groen-blauw)

### Effect van bodembedekking/landgebruik op infiltratie

Naast de beperkingen voor infiltratie vanuit het fysisch systeem, heeft het landgebruik ook een impact op de hoeveelheid water die de bodem bereikt en dus beschikbaar is voor infiltratie. Bodemverdichting, interceptie en drainage kunnen de nuttige diepe infiltratie echter beperken.

Bodemverdichting en interceptie zijn vooral beperkende fenomenen op plaatsen waar het neerslagoverschot direct kan infiltreren naar diepere lagen. De grondwatertafel zit buiten bereik van vegetatie. Het verlagen van interceptie (bosconversie) en bevorderen van infiltratie (bodemverdichting tegengaan) is aangewezen. Drainage kan vooral een probleem zijn op plaatsen waar zich een relatief ondoordringbare laag bevindt op beperkte diepte. Het afvoeren van water op een stuwgrondwaterlaag beperkt de mogelijkheid tot diepe infiltratie. Deze relatief ondoordringbare lagen kunnen van bodemkundige oorsprong zijn (vb. een ijzeroerlaag, ijzerzandsteen, kleilagen, humus- en/of ijzeraanrijkingshorizonten). Maar er zijn in toenemende mate effecten van menselijke oorsprong. Enerzijds is er bodemcompactatie door onoordeelkundige bodembewerkingpraktijken en anderzijds vermindert de bodempermeabiliteit door een beperkte doorworteling en verminderde bodembiodiversiteit (Batey, 2009).

In beide gevallen observeert men dat er zich bij perioden van overvloedige neerslag een sterk waterverzadigde laag vormt (waterstagnatie). Het



draineren en afvoeren van de bovenste verzadigde laag beperkt de mogelijkheid tot diepe infiltratie en resulteert in een verminderde aanvulling van het grondwater. Het ontwikkelen van een gericht beleid naar bodemherstel op dergelijke locaties waar ondiep grondwater en neerslag samenvloeien kan een belangrijke strategie zijn voor de aanvulling van de diepere grondwaterlagen. Op plaatsen die van nature gevoelig zijn voor waterstagnatie (lokale depressies, ijzeroer) kan dit door het verhogen van de infiltratietijd door verminderde drainage. Dit kan gepaard gaan met de ontwikkeling van kleinschalige moerasgebiedjes die niet enkel zorgen voor infiltratie, maar eveneens een zuiverend effect hebben en een belangrijke landschapsecologische functie kunnen vervullen (Merot et al., 2006). Anderzijds door het herstellen van de infiltratiecapaciteit door een aangepaste bodembewerking en het verhogen van het gehalte aan organisch materiaal (organische bemesting, gewasresten), diepere doorworteling (agro-forestry en permanente gewassen) en herstel van de bodembiodiversiteit (gereduceerd gebruik van kunstmest en chemicaliën) (Homma et al., 2012).

Anderzijds is er ook een belangrijk effect van de vegetatie op de infiltratie. Diepwortelende en hoogproductieve vegetatie kan een deel van het grondwater verbruiken. Het overgrote deel van de nuttige, diepe infiltratie vindt echter plaats tijdens de winterperiode. Een belangrijk effect dat ook speelt tijdens de winterperiode is interceptie. Interceptie is het vasthouden van waterdruppels door de vegetatie, waarbij deze druppels na de regenbui snel opnieuw kunnen verdampen. Interceptie is met name hoog in (dichte) naaldbossen. Zogenaamd donkergroen naalddhout (voornamelijk sparren) heeft naast een zeer hoge interceptie ook een transpiratie gedurende de winterperiode. Lichter naalddhout zoals grove den heeft een iets lagere interceptie en quasi geen transpiratie gedurende de winterperiode. Voor landbouwgewassen en gras worden waarden tot ongeveer 100 mm interceptie per jaar gezien als gemiddeld (Massop et al., 2005). Een beperkte literatuurstudie over de invloed van vegetatie op het nuttig neerslagoverschot (interceptie + transpiratieverliezen) toont aan dat vooral omzettingen naar grasland, struikgewas en heide resulteren in hogere waarden voor grondwateraanvulling. Op een zandige bodem met een voldoende diepe grondwatertafel zal zo'n 75% infiltreren onder heide en grasland, terwijl dit bij eikenbossen 30% bedraagt en bij naaldbossen slechts 15% bedraagt. Niettemin moeten we deze cijfers relativeren daar de dichtheid van de stand een belangrijke rol speelt. Bossen verbruiken in het algemeen niet veel meer water dan landbouwgewassen (De Troch en Lust, 2001; Feyen et al., 2001). Wel is het zo dat de interceptieverliezen veel groter zijn, maar dat deze gecompenseerd worden door relatief lagere transpiratiewaarden. De transpiratie wordt bepaald door de

specifieke bladoppervlakte. Boomsoorten die minder transpireren zijn bijvoorbeeld eik, els, es en den terwijl populieren, sparren en wilgen hogere transpiratiewaarden hebben.

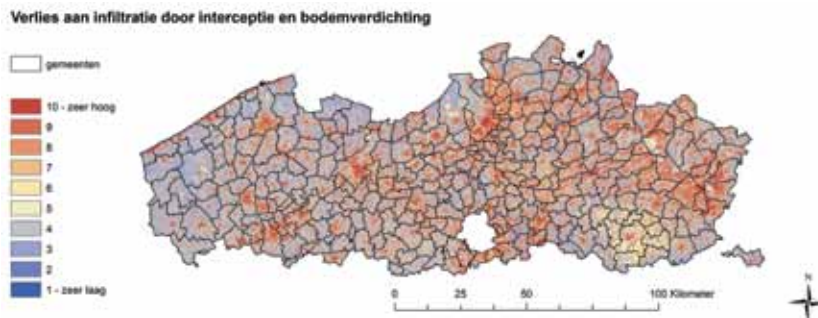
De steeds toenemende versteende oppervlakte heeft een enorme impact op infiltratie en zeker op plaatsen waarbij er rioleringsinfrastructuur aanwezig is om dit regenwater af te voeren naar een RWZI of waterloop. Op plaatsen waar geen rioolinfrastructuur aanwezig is gaan we ervan uit dat een groot aandeel toch infiltreert in baangrachten. Via infiltratievoorzieningen kan een groot aandeel van de neerslag diep infiltreren.

De effecten van interceptie, transpiratieverliezen en bodemverdichting door verharde oppervlakten werden gecombineerd in één kaartlaag (Figuur 42) en vormen een beperking (begrenzing) op de maximale potentiële infiltratie vanuit bodem en bodemhydrologie (Figuur 39).

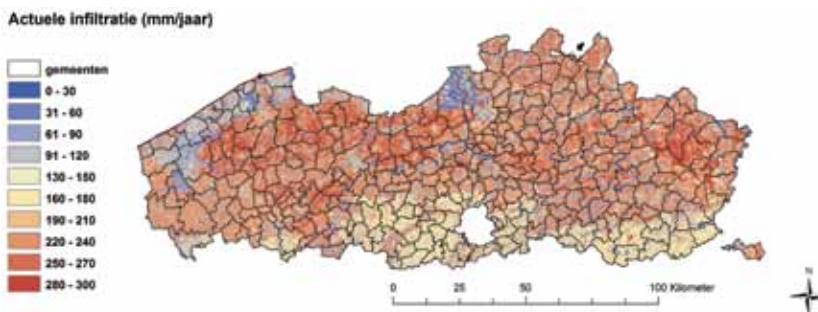
De maximale potentiële infiltratie vanuit bodemkundig oogpunt (Figuur 43) wordt dus nog eens extra begrensd door het actueel landgebruik. De actuele aanvulling wordt weergegeven in Figuur 43.

De algemene conclusie met betrekking tot de gevoeligheid ten aanzien van waterschaarste in al haar facetten is dat klimaatverandering wellicht zal leiden tot een verhoging van de vraag en een daling van het aanbod

Figuur 42 Relatieve bodemverdichting en interceptie (0-100%)



Figuur 43 Actuele gemiddelde infiltratie op basis van bodem en landgebruik



tijdens de zomermaanden. Een beleid dat zich richt op het vasthouden en infiltreren van neerslagoverschot in bovenstroomse gebieden zal de veerkracht ten aanzien van meteorologische droogte versterken.

#### 4.5.3 Gevoeligheid voor het stedelijk hitte-eilandeffect

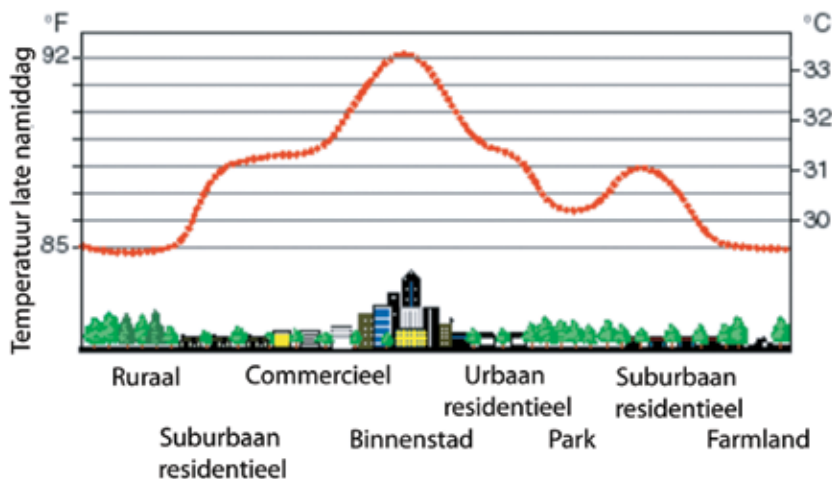
Wie kent het fenomeen niet, stedelijke gebieden die 's nachts beduidend warmer aanvoelen dan de omliggende rurale omgeving? Dit effect wordt gedefinieerd als het stedelijk hitte-eilandeffect (*Urban Heat Island* of UHI). Een UHI wordt gevormd door een verschil in afkoeling tussen urbane en rurale gebieden. 's Nachts koelt het platteland sneller af dan de stad door een verschil in materiaaleigenschappen. Het UHI is een avond- en nachteffect en is dus iets anders dan hittestress overdag.

Het UHI-effect heeft betrekking op de luchtomgevingstemperatuur en niet zozeer op de oppervlaktetemperatuur van de materialen. Het is de luchtlaag die mens en dier omgeeft die bepalend is voor het warmtegevoel.

Om de algemene hittestress, die per definitie subjectief is, te begroten, wordt reeds lang gebruik gemaakt van indicatoren. Een gekende indicator is deze *discomfort index* van (Thom, 1959) die gebaseerd is op temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Deze toont dat hoe hoger de twee parameters zijn, hoe meer mensen last ondervinden van de hitte (Tabel 8).

77

#### Schets van een stedelijk hitte-eiland profiel



Figuur 44 Profiel stedelijk hitte-eiland  
(<http://heatisland.lbl.gov/>, 11/06/2011)

Tabel 8 Thom's Discomfort Index  
(Thom, 1959)

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42%	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38
41%	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	37	37	37	37
40%	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37
39%	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36
38%	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35
37%	28	29	29	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34
36%	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34
35%	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33
34%	26	27	27	28	28	29	29	29	30	30	31	31	31	31	32	32
33%	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31
32%	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	30
31%	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30
30%	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29
29%	23	23	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28
28%	22	23	23	23	24	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27
27%	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26
26%	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	26
25%	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25
24%	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24
23%	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23
22%	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22

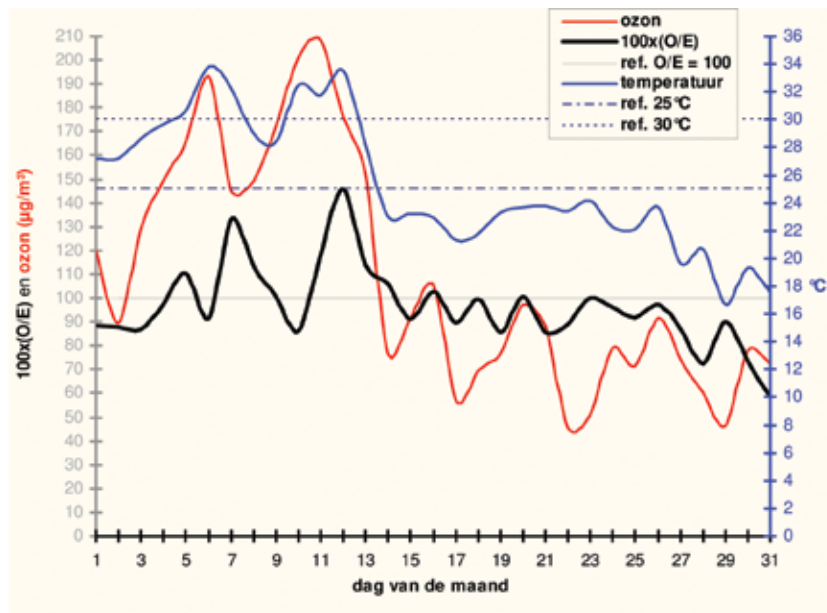
Up to 21	No discomfort
From 21 to 24	Less than half population feels discomfort
From 25 to 27	More than half population feels discomfort
From 28 to 29	Most population feels discomfort and deterioration of psychophysical conditions
From 30 to 32	The whole population feels an heavy discomfort
Over 32	Sanitary emergency due to the very strong discomfort which may cause heatstrokes

Het probleem is dat bovenstaande indicatoren opgesteld zijn voor een algemene analyse. Het houdt geen rekening met de kenmerken van individuen en hun 'sociale groep'. Wil men daarom uiteindelijk de kwetsbaarheid achterhalen van de gevoelige groepen, dan is het nodig om deze te verfijnen met parameters zoals leeftijd, geslacht, inkomen, gezinssituatie,...

Het hoeft niet extreem warm te zijn om al effecten te ondervinden. De tijd van blootstelling speelt een cruciale rol, wat ook blijkt uit de definitie van een hittegolf. Een hittegolf is een periode waarbij de maximum temperatuur vijf dagen niet onder de 25°C zakt en waarvan drie dagen niet onder de 30°C. Zolang de temperatuur na deze voorwaarden niet onder de 25°C duikt, houdt de hittegolf aan. Naast de voorgaande klimatologische definitie houdt het ministerie van Volksgezondheid er een andere definitie op na. Een hittegolf is een periode van minstens drie opeenvolgende dagen met een gemiddelde minimumtemperatuur (gemiddelde over de drie dagen en niet per dag) hoger dan 18,2°C en een gemiddelde maximumtemperatuur hoger dan 29,6°C, waarden gemeten in Ukkel. Men houdt ook rekening met de verwachte ozonoverlast. De grafiek (Figuur 45) toont de relatie tussen

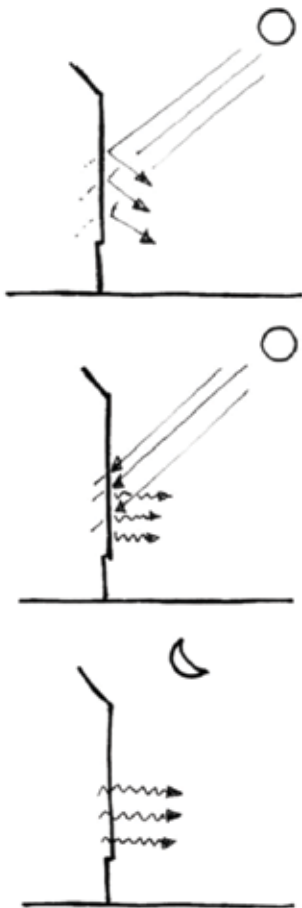
sterfte, maximumtemperatuur en ozonconcentraties voor de hittegolf van augustus 2003. Zo liep de temperatuur van de hittegolf in 2006 bijvoorbeeld hoger op dan die in 2003, maar bij die laatste lagen de ozonconcentraties beduidend hoger, met meer hittedoden tot gevolg (Eyckmans, 2006). Afwijkingen van de definitie van een hittegolf in andere regio's in de wereld wijzen op enige subjectiviteit en de gewoonte van mensen om met hitte om te gaan. Franse meteorologen definiëren een hittegolf als een periode waarbij de maximumtemperatuur 30°C overschrijdt. Voor de Amerikanen gaat het om een periode waarbij de maximale temperatuur 32.2°C overschrijdt en dit gedurende drie opeenvolgende dagen. De *National Service of Meteorology* van Amerika stelt echter een andere definitie voor gebaseerd op een hitte-index, die niet alleen rekening houdt met de temperatuur maar bijvoorbeeld ook met de luchtvochtigheid (Cuypers, 2008).

In Frankrijk was de situatie tijdens de hittegolf van augustus 2003 het meest dramatisch. Tijdens de periode van 1 tot 20 augustus werden 14.802 sterfgevallen meer genoteerd dan verwacht. In Vlaanderen werden als gevolg van die hittegolf 1916 sterfgevallen geregistreerd, 99 meer dan verwacht. De waargenomen sterfte overschreed 7 van de 13 dagen de verwachtingen en ook in de daaropvolgende week werden de



ozon	gemiddelde van de maximum 8-uren-ozonconcentraties gemeten in de Vlaamse meetstations
100x(O/E)	gestandaardiseerde mortaliteitsratio = 100 x O/E
ref. O/E = 100	referentielijn waarbij waargenomen aantal sterfgevallen = verwachte aantal
temperatuur	maximumtemperatuur te Ukkel
ref. 25°C	referentielijn voor 25°C
ref. 30°C	referentielijn voor 30°C

Figuur 45 Sterfte, maximumtemperatuur en ozonconcentraties in augustus 2003 (bron: administratie gezondheidszorg, team beleidsevaluatie)



Figuur 46 Opname en afgifte van warmte door materialen ([www.future-cities.eu](http://www.future-cities.eu))

verwachtingen nog driemaal overschreden, zij het in steeds mindere mate (Figuur 45). Alleen op 7 en 12 augustus was het waargenomen aantal sterfgevallen echter statistisch significant groter dan het verwachte aantal. Het surplus bedroeg respectievelijk 33% (statistische grenzen 15% tot 53%) en 46% (26% tot 66%). Beide sterftepieken volgden telkens met een dag vertraging op een piekdag van het gemiddelde van de maximum 8-uren-ozonconcentratie in het Vlaamse meetnet.

Na de hittegolf dook de waargenomen sterfte onder de curve van de verwachtingen en uiteindelijk werden voor de hele maand augustus minder sterfgevallen genoteerd dan verwacht op basis van de sterfte in 1998 tot 2002. Het globale beeld ondersteunt de hypothese dat de 'oversterfte' tijdens de hittegolf voor een belangrijk deel kan worden toegeschreven aan sterfgevallen die in de tijd vooruitgeschoven werden en anders wellicht in de tweede helft van augustus zouden hebben plaatsgevonden (Administratie, 2003).

Het voorgaande maakt met betrekking tot de hiteslachtoffers nog geen onderscheid tussen dag- en nachtstress. Zo is het onderzoek naar de relatie tussen hittestress en UHI-effect nog in volle ontwikkeling. Het is wel duidelijk dat een verhoogde luchtomgevingstemperatuur 's nachts een potentiële kettingreactie van effecten teweeg kan brengen. Bijvoorbeeld een slechte nachtrust kan slechte recuperatie tot gevolg hebben, die op haar beurt kan doorwerken in slechte prestaties of prikkelbaarheid op het werk, enz. Het Agora-rapport (Brits et al., 2009) brengt een gedifferentieerde lijst van symptomen samen, die verder gaan dan enkel dehydratie en mortaliteit.

Er zijn verschillende factoren die het UHI-effect beïnvloeden, namelijk de geografische locatie, de tijd (seizoen), het weer, de stadsvorm, de stadsfunctie en de grootte van de stad (Voogt, 2000). Het is deze combinatie van factoren die het UHI-effect zo bijzonder maakt. We bespreken hieronder kort vier factoren.

### Materialen

Materialen spelen een belangrijke rol bij de ontwikkeling van het UHI. Het soort materiaal en de kleur bepalen namelijk hoe en hoeveel warmte kan opgenomen en terug worden afgegeven. Materialen met een hoge warmtecapaciteit zoals gebruikt bij gebouwen en straten (bijvoorbeeld beton en steen) warmen bijvoorbeeld trager op, maar eens opgewarmd kunnen ze nog lange tijd nadat de zon is ondergegaan warmte afgeven (Figuur 46). Veel van de materialen die worden gebruikt in een stedelijke omgeving hebben een laag albedo (reflectie), waardoor ze minder zonlicht



31

De luchtfoto (Figuur 47-rechts) toont dat men gebruik heeft gemaakt van een wit materiaal voor de dakbedekking van het justitiepaleis. Een volledig wit oppervlak (albedo = 1) weerkaatst alle straling. Een volledig zwart (albedo = 0) absorbeert alle straling en reflecteert niets. De blauwe koelere vlek is bijgevolg afkomstig van het gebruikte materiaal. Men kan ook zien dat de groene omgevingsaanleg haar effect niet mist, vermits de kaart op die plaats beduidend minder rood kleurt, maar niet zo koel als de blauwe vlek die bepaald wordt door het gebouw zelf, of beter door het gebruik van een materiaal met een hoog albedo.



*Figuur 47 (links) Landsat beeld (NDVI) in combinatie met topografische kaart van Gent (Verwerking Verhofstede et al., 2012 op basis van Joos, 2012)  
(rechts) Luchtfoto Rabot te Gent (Google Maps, 2012)*

### Groenblauwe structuur

Verschillende soorten landbedekking (*landcover*) reageren anders op hitte als gevolg van de materiaaleigenschappen en dragen bijgevolg verschillend bij tot UHI. Vegetatie en water kunnen een negatief (reducerend) effect hebben, verharde oppervlakte en gebouwen eerder een positief effect. We zagen al dat de groene omgevingsaanleg van het justitiepaleis een mitigerend (reducerend) effect heeft op de oppervlaktetemperatuur. Figuur 47-links toont nog een voorbeeld. In de linkerhoek beneden is een koelere vlek te zien als gevolg van een concentratie groen, het betreft de Groene Vallei te Gent.

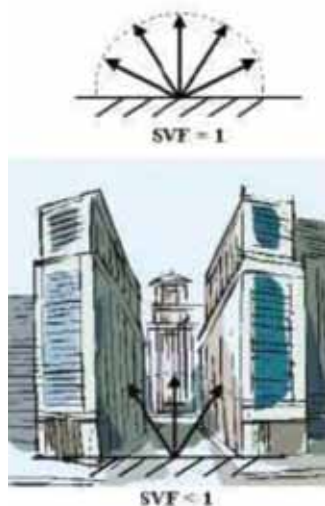
Vermits steden (in Vlaanderen) meestal een sterke reductie van de groenblauwe structuren kennen in vergelijking met het rurale weefsel, wordt de warmte daar in mindere mate gebruikt om vocht te verdampen en warmt de energie bijgevolg de atmosfeer op, waardoor de luchttemperatuur toeneemt. Een bodem die vocht kan vasthouden zorgt logischerwijze langer voor afkoeling na een regenbui. Bij een verhard/ondoorlatend oppervlak zal het afkoelend effect maar van korte duur zijn (maximum enkele uren) door de run-off en snelle verdamping. Meer groen in de stad door aanleg van parken, aanplanten van bomen, groendaken en groengevels heeft een positief effect op de verhitting. Water functioneert als een warmtebuffer en zorgt voor meer evaporatie.

### Geometrie van de stad

De geometrie van de stad heeft invloed op allerlei processen die het UHI beïnvloeden zoals warmteopslag en ventilatie. Hamdi en Schayes (2008) hebben het effect van de straatgeometrie (*urban canyon*) op het UHI onderzocht. De hoogte-breedte ratio ( $H/W$ ) van een straat heeft invloed op de bezonning. Hoe hoger de  $H/W$ -ratio, hoe smaller de canyon en omgekeerd. Straten met een hoge  $H/W$ -ratio warmen overdag minder snel op, omdat de zon niet de hele tijd diep kan penetreren. Anderzijds, eens opgewarmd kan de warmte minder snel ontsnappen. Verder is het ook zo dat de uitgestraalde warmte door de omliggende gebouwen gedeeltelijk weer opgenomen wordt. Een deel van de instraling wordt gereflecteerd en opnieuw uitgestraald naar de gebouwde omgeving. Een brede straat (lage  $H/W$ -ratio) daarentegen warmt overdag sneller op en koelt 's nachts potentieel sneller af. Een belangrijke grootheid in deze context is de *Sky view factor* (SVF) en wordt geïllustreerd op Figuur 48.

De SVF is de fractie van de hemel die zichtbaar is vanaf een punt op de grond. Bij een SVF van 1 bevindt men zich in een open veld. In een stedelijke omgeving onttrekken gebouwen de hemel, of althans delen ervan, aan het zicht. De SVF in een stedelijk gebied kan dus lager zijn

Figuur 48 Sky view factor  
([www.future-cities.eu](http://www.future-cities.eu), 22/11/2011)

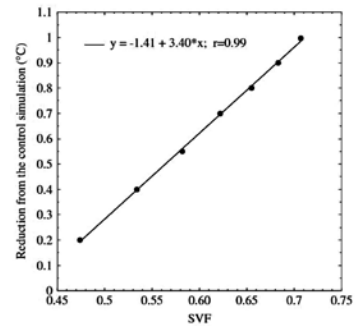




dan 1. Hamdi en Schayes (2008) vonden een (bijna) lineaire relatie tussen de SVF en de grootte van het nachtelijk UHI-effect, wat ook door andere onderzoekers werd bevestigd. Hoe groter SVF, hoe hoger het UHI-reducerend effect.

### Antropogene warmte

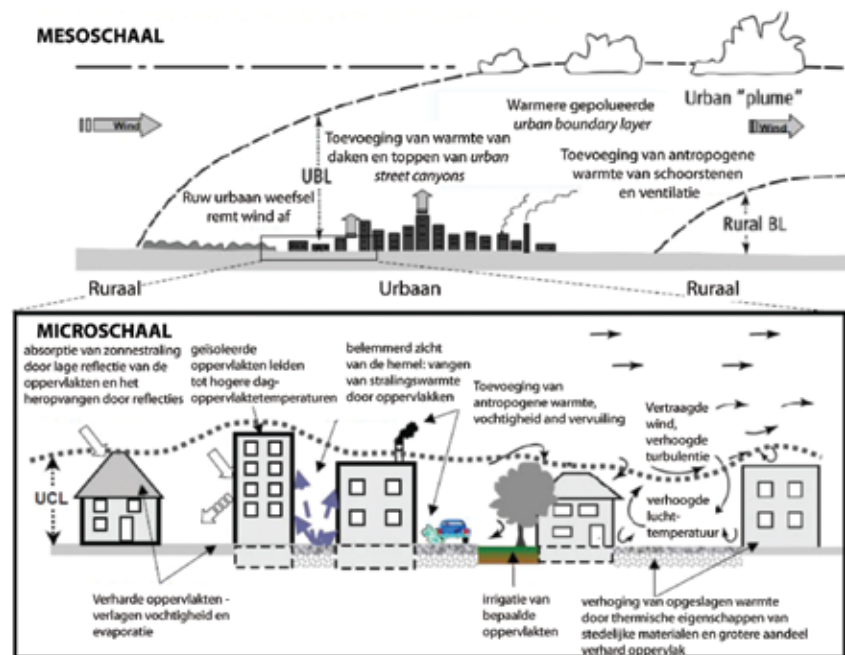
Menselijke activiteiten kunnen ook bijdragen aan het stedelijk hitte-eilandeffect. Er wordt onder meer warmte geproduceerd afkomstig van airconditioning, uitlaatgassen van auto's of warmte uit industriële processen die in sommige gevallen kan bijdragen tot het UHI. Naast deze rechtstreekse relatie kan de vervuiling als gevolg van verbranding van fossiele brandstoffen op zijn beurt ook bijdragen tot het UHI-effect. Dit ligt in dezelfde lijn als wat broeikasgassen doen met de atmosfeer van de aarde. Onderstaande figuur van Voogt (2000) zet de verschillende effecten nog eens op een rij en wijst eveneens op het werken van verschillende schalen, micro op buurtniveau en macro op niveau van een stadsregio (Figuur 50).



Figuur 49 Het effect van de SVF op de reductie van het nachtelijke UHI-effect,  $r$  is de correlatiecoëfficiënt (Hamdi en Schayes, 2008)

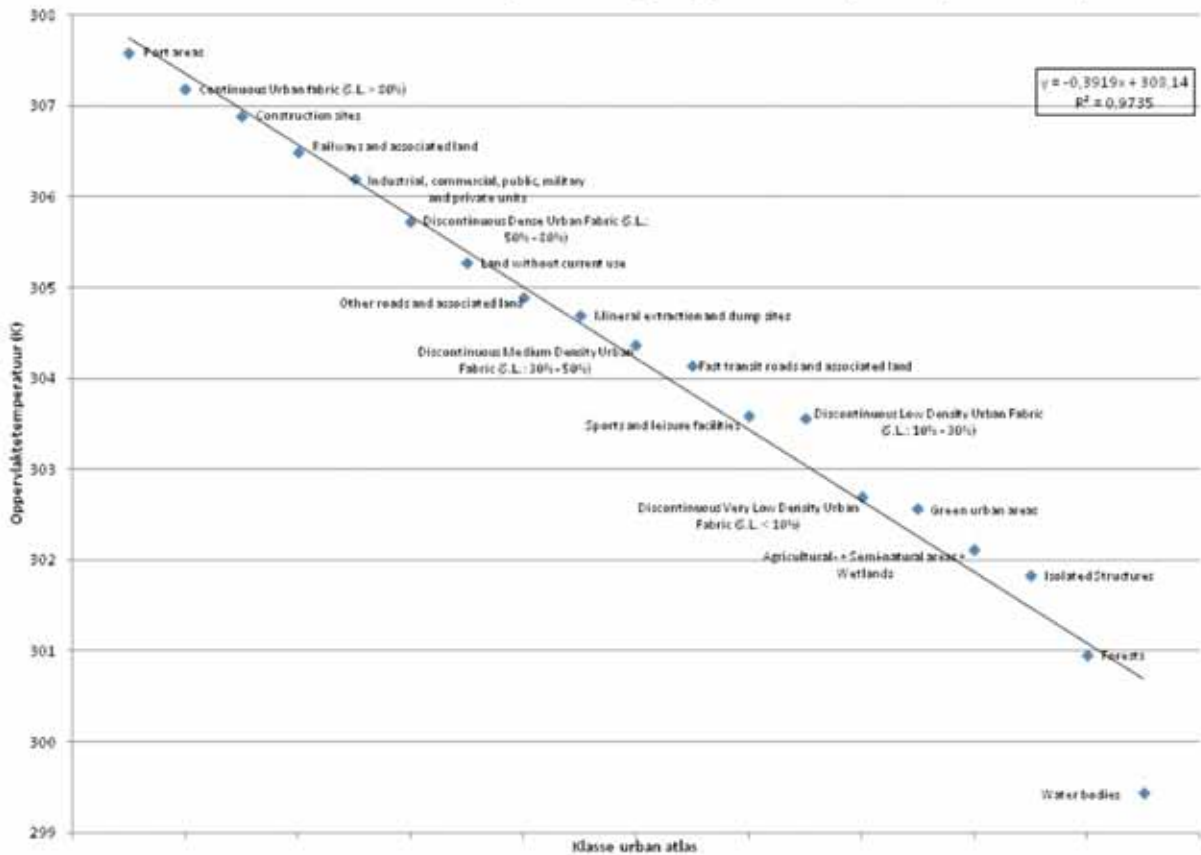
### Gevoeligheidskaart voor het stedelijk hitte-eilandeffect

De gevoeligheidskaart duidt die gebieden aan die gevoelig zijn voor het UHI-effect, anders gezegd het duidt de gebieden aan waar het effect potentieel optreedt. Vermits tijdens het onderzoek nog geen UHI-metingen beschikbaar waren, werd op een andere manier te werk gegaan. De kaart die hier wordt geconstrueerd duidt bij benadering die gebieden aan waar het effect zich potentieel zal voordoen. De oppervlaktetemperatuurkaart



Figuur 50 De verschillende processen op meso- en microschalen die invloed hebben op het UHI-effect (Voogt, 2000)

Grafiek: alle klassen van de urban atlas geordend volgens oppervlaktetemperatuur (Landsat 2006)

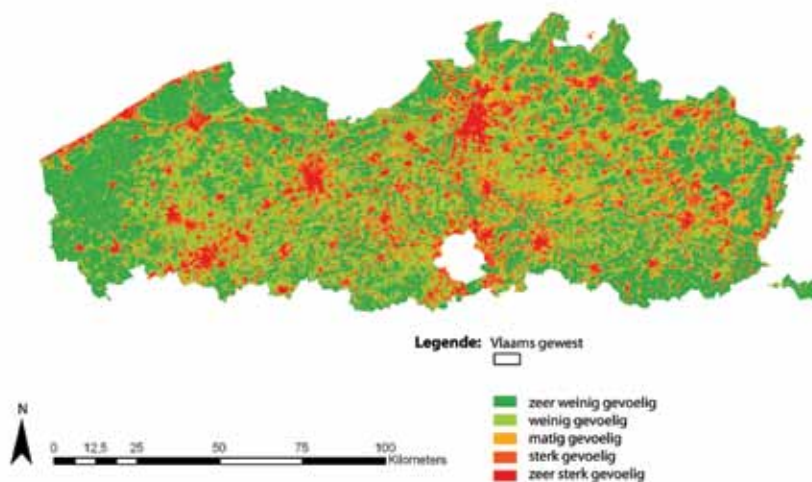


Figuur 51 Correlatie tussen de oppervlakte-temperatuur en de klassen uit de Urban Atlas (Van Cauwenberghe - Verhofstede, 2012)

van Joos (2012) werd gekoppeld aan de categorisering van het stedelijk weefsel volgens de *Urban Atlas* (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>). In de *Urban Atlas* wordt onder andere de bebouwingsdichtheid van het stedelijk weefsel meegenomen (Verhofstede et al., 2012).

Het resultaat op de grafiek (Figuur 51) is niet verrassend: hoe meer en dichter de bebouwing (verharde oppervlakte), hoe hoger de temperatuur en vice versa. Bijvoorbeeld continu stedelijk weefsel (*Sealing layer* (SL): >80%) met een oppervlaktetemperatuur van  $\pm 34^{\circ}\text{C}$  versus discontinu zeer laag stedelijk weefsel (SL: < 10%) met  $\pm 29,5^{\circ}\text{C}$ . De hoogste temperatuurscore wordt behaald in de havengebieden met  $\pm 34,5^{\circ}\text{C}$ , vaak grote open verharde oppervlaktes. Wat op eerste zicht een contradictie lijkt, ligt eigenlijk in lijn van de verwachtingen. Kaaimuren en opslagplaatsen voor goederen in de haven zijn grote open ruimten die veel instraling toelaten (SKF=1).

Verharde oppervlaktes in de havengebieden duiden op een materiaal dat potentieel kan bijdragen aan het UHI-effect, maar door de grote blootstelling aan de lucht zullen ze in vergelijking met ingesloten stedelijke materialen relatief snel afkoelen. De oppervlaktetemperatuur in havengebieden duidt wel op een potentiële dagstress. Omdat er in de haven van Gent ongeveer 65.000 mensen tewerk gesteld zijn, lijkt het eveneens opportuun om in de toekomst naast het stedelijke hitte-eilandeffect (een nachteffect) ook de potentiële dagstress te onderzoeken in functie van een aangename werk- en leefomgeving. Koppelen we de data uit grafiek (Figuur 51) aan de kaart van de landschapstypologie op schaal van Vlaanderen dan levert dit de volgende gevoeligheidskaart op (Figuur 52).

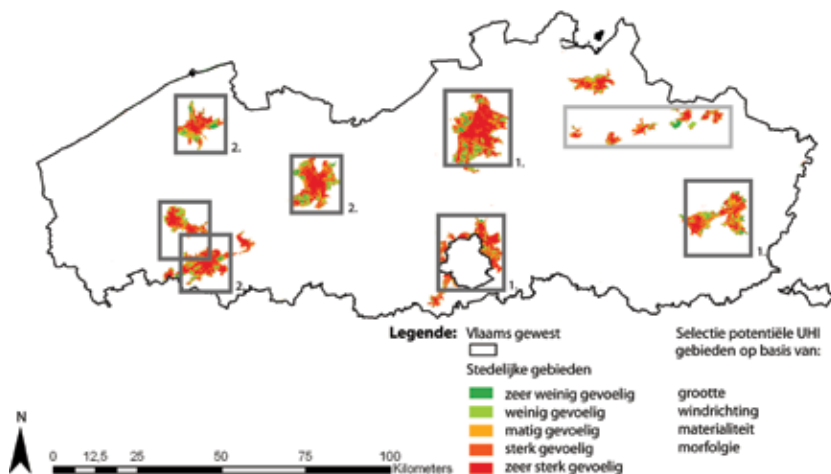


85

*Figuur 52 Gevoeligheidskaart UHI-effect op schaal van landschapstypologie Vlaanderen op basis van de correlatie tussen de oppervlaktetemperatuur en urbaan weefsel volgens de Urban Atlas*

Op basis van de literatuur kan een correctie doorgevoerd worden en kan een deel van de potentiële gebieden weggelaten worden. Zo speelt de grootte, de windrichting, de ruwheid, het materiaalgebruik van het stedelijk weefsel naast de morfologische dichtheid, de populatiedichtheid, de stedelijke activiteiten, enz., een belangrijke rol. In de volgende figuur is op basis van deze inzichten een selectie gemaakt van de potentiële UHI-gebieden voor Vlaanderen. De gebieden langs het Albertkanaal werden weerhouden door hun ligging in de Kempen, een gebied waar de temperatuur beduidend oploopt ten opzichte van de rest van Vlaanderen en bijgevolg kleinere stedelijke gebieden een potentieel UHI-effect kunnen vertonen. Daarentegen werd Oostende niet weerhouden door haar ligging aan de kust, waar het UHI-effect zich als gevolg van de omgevingscondities niet zo snel zal voordoen.

*Figuur 53 Selectie gebieden op basis van de gevoeligheidskaart UHI-effect op schaal van landschapstypologie Vlaanderen op basis van de correlatie tussen de oppervlaktetemperatuur en urbaan weefsel volgens de Urban Atlas*



#### 4.5.4 Gevoeligheid voor biodiversiteitsverlies

Het natuurbeleid in Vlaanderen slaagt er tot op vandaag niet in om het verlies aan biodiversiteit een halt toe te roepen. Zoals reeds besproken werd in het deel over natuurstructuren in een beleidsmatig kader, kan men een aantal van de oorzaken toewijzen aan de manier waarop men natuurstructuren invulling geeft.

De zorg voor biodiversiteit bestaat niet enkel uit bescherming van de nog aanwezige zeldzame soorten en ze te vrijwaren van uitsterven, maar vereist ook aandacht voor de opbouw van levensvatbare en stabiele populaties van sleutelsoorten. Een habitatdiversiteit op macroschaal in een ruimtelijke natuurstructuur zou mogelijkheden moeten scheppen voor een robuust en veerkrachtig netwerk ter bescherming van deze biodiversiteit. Dit vereist dat men naast een gericht beleid voor kernnatuur en soorten, ook voldoende aandacht moet hebben voor de algemene milieukwaliteit van ecosystemen.

Het besef dat men moet komen tot een meer integraal milieu-, land- en waterbeheer is sterk gegroeid in de laatste decennia. Op het vlak van waterbeheer zijn met de Kaderrichtlijn Water en de daaruit voortvloeiende bekkenbeheerstructuren de eerste stappen gezet. Maar voorlopig ontbreekt het nog aan structurele institutionele en financiële hefboomen die beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking en win-win situaties ook daadwerkelijk belonen. Hoewel er duidelijk voorbeelden bestaan van samenwerking tussen beleidsdomeinen en/of met ngo's, hangt dit in sterke mate af van toevallige synergieën en opportuniteiten. Het verder terugdringen van de klassieke milieudrukken dient hand in hand te gaan

met het uitbreiden, verbinden, inrichten en beheren van de bestaande afgebakende natuurstructuren. Dit kan al veel betekenen in de strijd tegen klimaatverandering en de achteruitgang van de biodiversiteit.

### **Impactmechanismen van klimaat op biodiversiteit**

De bijkomende impact van klimaatverandering op natuur kan dus belangrijk zijn, maar moet in perspectief geplaatst worden ten opzichte van de traditionele impactmechanismen (eutrofiëring, verdroging, verzuring, verdichting) welke tot op vandaag nog onvoldoende zijn aangepakt om de achteruitgang van biodiversiteit te keren. Het bepalen van de ecologische impact van klimaatverandering op reeds zeer zwaar gedegradeerde ecosystemen is eerder ambivalent. Als men bijvoorbeeld veranderingen in hydrologie beschouwt, moet men erkennen dat de grootste veranderingen reeds hebben plaatsgevonden in het verleden door normalisatie en rechttrekking van waterlopen, verhoogde afstroming door een toenemende bodemverdichting en een afname van natuurlijke overstromingsgebieden door indijkingen.

De directe impact als gevolg van klimaatverandering omvat in de eerste plaats verschuivingen in de groei- en voortplantingsperiode van soorten (onder invloed van temperatuur, neerslaghoeveelheid,...). De soortenverschuiving is een van de fenomenen die een gevolg is van de verschuivende klimaatzones ten gevolge van stijgende temperaturen en veranderingen in neerslagpatronen. Er wordt geschat dat in 2100 zo'n 40% van alle Nederlandse soorten 'op de vlucht zal zijn' voor de verschuiving van de klimaatzones (Vonk et al., 2010). Als de klimaatverandering te snel verloopt zullen een aantal soorten de snelheid van de klimaatzones niet kunnen bijhouden. Ook zullen er habitatgebiedsverliezen geleden worden als de verspreidingsgebieden langzamer verlopen dan de eerder aangehaalde klimaatzones (Vonk et al., 2010). Als soorten zich verplaatsen kunnen nieuwe gemeenschappen gevormd worden en kunnen nieuwe invasieve soorten opduiken.

Onder invloed van de klimaatverandering ondervinden we tevens een differentiatie van fenomenen in verschillende ecologische systemen (Vonk et al., 2010). Door dergelijke veranderingen in jaarcyclus kunnen er wanverhoudingen ontstaan bij de interactie tussen verschillende soorten. De relaties tussen jager en prooi of tussen bestuiver en plant kunnen ernstig worden verstoord. Zo een verschil in patroonwijziging heeft dan verregaande gevolgen voor de overleving van soorten (Vonk et al., 2010). Bepaalde soorten zullen meer of minder nadelen (of voordelen) ondervinden dan andere soorten daar zij meer of minder aangepast zijn aan de veranderingen van klimaatcondities (bv. start en duur van

het groeiseizoen, zachtere winters,...). Dit zal zijn invloed hebben op voedselketens en de competitie voor licht, water en nutriënten. Soorten die in hoge mate zich kunnen aanpassen (invasief of exotisch) kunnen hierdoor andere soorten wegconcurreren.

De impact van klimaatverandering betreft veranderingen in abiotische condities (indirecte impact van klimaatverandering). Veranderingen in klimaat zullen lokaal ingrijpen op het fysisch milieu (droogte, overstromingen, bodem,...). Via het fysisch milieu werkt dit ook door op mogelijkheden inzake vegetatie - bodembedekking en indirect dus ook op ruimtefuncties. Dit is de meest bevattelijke vorm van klimaatimpact die mensen zich kunnen voorstellen en toont zich zichtbaar aan de Vlaamse bevolking. De combinatie van extreem natte en droge periodes zorgt voor een grote variatie in vochtcondities en verhoogt de dynamiek in de waterhuishouding en nutriëntencyclering (met eutrofiëring tot gevolg). Deze condities zijn vooral bedreigend voor zeldzame plantensoorten die specifiekere condities prefereren om te overleven (Vonk et al., 2010). De oorzaken van overstromingen en verdroging zijn ook niet eenduidig af te schuiven op de klimaatverandering. Ook het fysisch milieu en het lokale waterbeheer spelen hier een belangrijke rol in.

88

Een fout die in vele studies wordt gemaakt aangaande de gevolgen voor soorten ten gevolge van klimaatverandering is de reductie van complexiteit door een homogene omgeving aan te nemen. Zeker in het noordwesten van Europa (Nederland en België) mogen we een dergelijke reductie van complexiteit niet maken omwille van het gefragmenteerde landschap (Opdam, 2003). Zo stelt Paul Opdam (2003) dat een gefragmenteerde habitat nog meer moeite heeft om klimaatveranderende omstandigheden op te vangen dan robuust gevormde natuurlijke eenheden. Een klassieke impact-effectmaatregelenanalyse op natuur is wellicht een onmogelijke opdracht. De vele impactmechanismen enerzijds en de uniekheid van bepaalde natuurgebieden anderzijds maken een veralgemening onmogelijk, zelfs indien we met zekerheid kunnen voorspellen welk klimaatscenario ons te wachten staat. Het huidige gefragmenteerde natuurlijke landschap in Vlaanderen is al beperkt en reservaten zijn door hun beperkte grootte gevoelig voor perturbaties (de gemiddelde grootte van een natuur of bosreservaat is 36 hectare).

### **Strategieën tegen biodiversiteitsverlies**

#### *Natuurstructuren gebruiken voor klimaatadaptatie en-mitigatie*

De laatste jaren wordt het discours van ecosysteemdiensten steeds meer gebruikt om de noodzaak voor natuurbehoud en ontwikkeling kracht bij

te zetten. Ecosysteemdiensten worden gedefinieerd als de ‘aspecten van een ecosysteem die - actief of passief - benut worden om menselijk welzijn te bevorderen’. Dit houdt in dat ecosysteemdiensten natuurlijke fenomenen zijn en dat ze niet noodzakelijk direct hoeven benut te worden: ze kunnen zowel ecosysteemorganisatie en -structuur omvatten als processen en functies.

Adaptatie tegen impact van klimaatverandering door het versterken en herstellen van natuurlijke regulerende diensten (ecosysteemdiensten) biedt daarbij voordelen voor zowel mens als natuur. Tegenwoordig wordt steeds meer erkend dat het wellicht kosten-effectiever is om water-gerelateerde ecosystemen te beschermen, te herstellen of zelfs te creëren dan wel deze diensten trachten te vervangen door technische infrastructuur zoals dammen, dijken, wachtbekkens en waterzuiveringsstations. Daarnaast bieden natuurstructuren enorme opportuniteiten voor klimaatmitigatie. Bij natte tot zeer natte bodems kan de hoeveelheid koolstof in de bodem oplopen tot honderden tonnen per hectare (Meersmans, 2008). De jaarlijkse opname van koolstof door moerasesystemen kan daarbij oplopen tot ongeveer 2 ton koolstof per hectare per jaar (één ton C staat gelijk aan 3.66 ton CO<sub>2</sub>). Biomassa uit natuurbeheer kan bovendien een bijdrage leveren voor de productie van duurzame energie.

89

Het concept ecosysteemdiensten (ESD) kreeg vooral na de publicatie van de *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) in 2005 steeds meer aandacht. Hoewel de definitie van ES vrij duidelijk is – de voordelen voor de mens van ecosystemen – is er veel discussie over de indeling ervan. De mens maakt gebruik van een brede waaier aan diensten en grondstoffen die door ecosystemen worden geproduceerd. Deze voordelen zijn algemeen gekend onder de noemer ‘ecosysteemdiensten’ en omvatten zowel producten (vb. drinkwater) als processen (vb. decompositie van afval). Terwijl het concept van ecosysteemdiensten al tientallen jaren bekend is bij wetenschappers en milieubeschermers werd het pas gepopulariseerd en in formele definities gegoten bij het *Millennium Ecosystem Assessment* van de Verenigde Naties. Deze studie duurde vier jaar en meer dan 1300 wetenschappers werkten hieraan mee (MEA, 2005). De studie kende een vervolg in *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB 2010), welke de kennis rond ecosysteemdiensten samenbrengt op wetenschappelijk niveau en voor nationale, regionale en lokale politiek, bedrijfswereld en burgers. Ecosysteemdiensten worden gegroepeerd in vier brede categorieën: voorzienende diensten (*provisioning services*), zoals de productie van voedsel en water; regulerende diensten (*regulating services*), zoals de controle van klimaat en plagen; culturele diensten (*cultural services*) zoals spirituele en

recreatieve voordelen, en het overkoepelende habitat of ondersteunende diensten welke de andere diensten mogelijk maken.

De Europese Commissie maakt een topprioriteit van ecosysteemdiensten als strategie voor het behalen van de 2020-doelstellingen inzake biodiversiteit (Europees Parlement, 2012). Lidstaten zijn in de toekomst verplicht de staat van de ecosystemen en de waarde van de diensten die ze leveren, te rapporteren. De integratie van deze waarden in nationale rekeningen en statistieken (vb. *green gdp*) wordt hierbij sterk gepromoot. Het concept ESD komt ook steeds meer voor in de uitwerking van EU-richtlijnen, zoals onder andere bij het bepalen van de kostenefficiëntie van maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water (*Water Framework Directive*), in de nieuwe voorstellen voor het Europees Plattelandsbeleid (*Common Agricultural Policy*), de milieuaansprakelijkheid richtlijn (*Environmental Liability Directive*), en de bodemrichtlijn (*Soils Directive*). De EU beschouwt hierbij het ecosysteemdienstenconcept als een belangrijke stap naar integratie van de verschillende richtlijnen.

Ook internationaal blijkt het concept van ecosysteemdiensten aan te slaan als een integrerend concept. Op 21 april 2012 werd een financieringsakkoord gerealiseerd met 90 landen om het IPBES (IPBES - <http://www.ipbes.net/>) effectief op te starten. Het IPBES heeft tot doel om wetenschappers inzake biodiversiteit en ecosysteemdiensten van over de hele wereld samen te brengen en deze kennis te vertalen naar beleid en samenleving. Het heeft intrinsiek dezelfde opdracht en werking als het IPCC voor klimaatverandering.

*Werk maken van een echte multifunctionaliteit in de urbane-rurale matrix*  
Naast een robuust netwerk van kernnatuur en natuurverbindinggebieden zal het eveneens noodzakelijk zijn om aandacht te hebben voor biodiversiteit en ecosysteemdiensten bij elk type landgebruik. Segregatie en intensifiëring van landgebruiksfuncties kan in vele gevallen noodzakelijk en efficiënt lijken, maar men mag daarbij niet vegeten om de draagkracht van het milieu, of bepaalde sociale factoren in rekening te brengen.

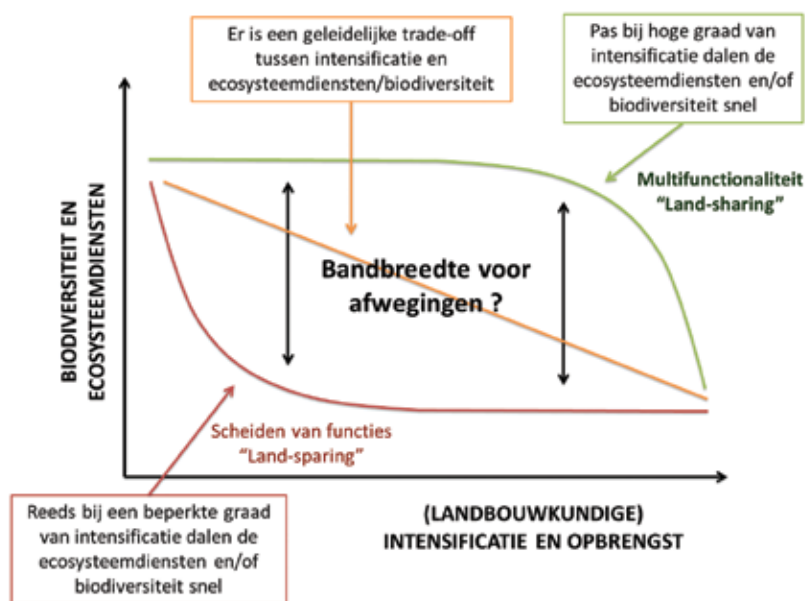
*Het maximaliseren van het aantal wooneenheden bij verkavelingen kan efficiënt lijken, maar beperkt de ruimte voor stedelijk groen, infiltratie enz. Het voorzien van enkele tientallen procenten van de ruimte voor collectieve tuintjes, openbaar groen, waterberging en infiltratie biedt kansen voor biodiversiteit en ecosysteemdiensten.*

*Het maximaliseren van de gewasproductie door een optimale bemesting kan minder optimaal zijn wanneer dit leidt tot verhoogde uitspoeling van*



*nutriënten naar het grondwater. Een suboptimale bemesting en de aanplant van diepwortelende vegetatie kan deze uitspoeling drastisch verminderen en kansen bieden voor biodiversiteit en een hogere landschapskwaliteit.*

Het gedeeltelijk extensiveren van landgebruik (land delen) is mogelijk een efficiëntere manier om tot duurzaamheid te komen en tevens minder kwetsbaar te zijn voor klimaatverandering. Ook voor bepaalde vormen van biodiversiteit is land delen wellicht de beste optie. Een groot deel van de biodiversiteit is immers afhankelijk van zogenaamde half-natuurlijke landschappen. Het principe van het schema Figuur 54 is dat een relatief beperkte inlevering op landbouwproductie in vele gevallen kan leiden tot een toename van ecosysteemdiensten en biodiversiteit (Kleijn et al., 2009).



*Figuur 54 De theoretische relatie tussen intensivering van landbouw (opbrengst) en biodiversiteit (inclusief ecosysteemdiensten) (Tscharnitke et al. 2012)*

Zeker in het dichtbevolkte Vlaanderen wordt ruimte steeds schaarser. De nood aan multifunctionaliteit wordt steeds meer erkend (O'Farrell & Anderson, 2010). Segregatie van functies is daarenboven slechts tot een bepaald niveau mogelijk in het sterk versnipperde Vlaanderen. Waar dit nog mogelijk is kan segregatie van functies eventueel wenselijk zijn en verder doorgedreven worden. Niet enkel onder de vorm van intensief beheerde natuureservaten, maar evengoed onder de vorm van intensieve landbouwgebieden en dichtbevolkte stedelijke kernen is segregatie van functies mogelijk. In het complex van functies die aanwezig zijn in het overgrote deel van Vlaanderen moet echter afgestapt worden van het vasthouden aan de maximalisatie van monofuncties. Uit het actuele Vlaamse landgebruik kunnen we afleiden dat in vele landschappen

verregaande optimalisatie heeft plaatsgevonden van één of enkele veelal voorzienende diensten, zoals landbouwproductie. Vooral de laatste decennia hebben deze ‘laatste loodjes’ een negatief effect gehad op de andere ecosysteemdiensten. Het overgrote deel van Vlaanderen is in de praktijk een vrijwel onomkeerbare mozaïek van functies (wonen, biodiversiteit, landschapsbeleving, landbouwproductie). Voor regulerende diensten op grotere schaal zoals waterhuishouding is dit problematisch omdat deze gebieden beheerd worden als een verzameling van monofunctionele patches. Door deze gebieden te beheren als multifunctionele zones met aandacht voor alle functies kan er een enorme meerwaarde gecreëerd worden. Dit concept van land delen (*land sharing*) moet leiden tot open landschappen die toegankelijk zijn en waar wonen-natuur-recreatie-landbouw hand in hand gaan. Het is belangrijk omdat grootschalige, gespecialiseerde landbouw vaak niet levensvatbaar is in dergelijke gebieden waar schaalvergroting en/of intensificatie niet wenselijk/haalbaar is.

### **Besluit**

Voor Vlaanderen kan men stellen dat er in de eerste plaats werk gemaakt moet worden van een kwaliteitsvolle invulling van de afgebakende natuurstructuren zoals het VEN (Vlaams Ecologische Netwerk) en het NATURA 2000-netwerk. Het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen van de habitatrichtlijn en het daaraan gekoppelde natuurbeheer en -ontwikkeling zal eveneens kansen bieden voor klimaatadaptatie en -mitigatie.

Naast de uitbouw van hoogwaardige kernnatuur binnen de bestaande afbakeningen dient men ook stappen te zetten naar de afbakening van de natuurverbindings- en natuurverwevingsgebieden van het IVON. Hierbij kan men eveneens rekening houden met de potenties voor klimaatadaptatie en -mitigatie.

Het valorisatierapport VR4 “Overzichtsrapport van mogelijke aanpassingen aan het Vlaams ecologisch netwerk in relatie tot klimaatverandering” geeft een cartografisch overzicht van de mogelijke synergieën tussen natuurontwikkeling en diverse regulerende ecosysteemdiensten zoals infiltratie, waterberging, waterretentie en koolstofopslag.

## **4.6 Minder kwetsbaar worden**

Timmerman (1981) formuleerde dat kwetsbaarheid een term is met een dergelijk breed gebruik en betekenis, dat die bijna nutteloos is geworden, behalve als een soort van retorische indicator voor gebieden die met de

grootste zorg benaderd moeten worden (Füssel en Klein, 2006; Füssel, 2007). Kwetsbaarheid is een containerbegrip, net zoals duurzaamheid en veerkracht. Het bestaan van concurrerende concepten en terminologieën van kwetsbaarheid is problematisch, in het bijzonder in het onderzoek naar klimaatverandering dat wordt gekenmerkt door samenwerking tussen wetenschappers uit verschillende onderzoekstradities, met inbegrip van de klimaatwetenschap, risico-evaluatie, duurzame ontwikkeling, economie, en beleidsanalyse en -aanbevelingen. In functie van de noodzakelijke samenwerking is er nood aan een consistente terminologie die onderzoekers vanuit verschillende tradities helpt om duidelijk en transparant te communiceren, ondanks verschillende accenten in de gehanteerde conceptuele modellen (Füssel, 2007).

In CcASPAR definiëren we kwetsbaarheid, als het tegengestelde van veerkracht (zie 1.2). Een systeem dat minder kwetsbaar wordt is bijgevolg meer veerkrachtig. Maar we hebben er ook op gewezen dat dit te begrijpen is in al zijn facetten of hoedanigheden, omdat er een veelheid aan veerkrachten mogelijk en noodzakelijk zijn. Houden we het spiegelbeeld in gedachten, dan levert dit een veelheid aan kwetsbaarheden op, waarvoor er niet één eenduidige manier bestaat om ze te bepalen. Men kan het begrip ‘kwetsbaarheid’ en het bepalen ervan daarom best met de nodige flexibiliteit benaderen. Daarenboven zal de kwetsbaarheid afhankelijk zijn van een bepaalde invalshoek. Zo is de kwetsbaarheid van een bevolkingsgroep die potentieel getroffen kan worden door de effecten van UHI fundamenteel verschillend van het bepalen van de kwetsbaarheid van infiltratiegebieden die onder druk komen te staan als gevolg van toenemende verhardingen.

93

Füssel en Klein (2006) onderscheiden drie belangrijke beslissingscontexten met betrekking tot kwetsbaarheid voor het formuleren van fundamentele antwoorden op klimaatverandering:

1. Een specificatie van langetermijndoelstellingen met betrekking tot mitigatie van globale klimaatverandering;
2. Het bepalen en identificeren van bijzonder kwetsbare regio's of groepen in de samenleving om daarvoor specifiek middelen ter beschikking te stellen om aanpassing door te voeren of om onderzoek te voeren;
3. De aanbevelingen met betrekking tot aanpassingsmaatregelen voor specifieke regio's en sectoren.

Hoewel CcASPAR als onderzoek mitigatie niet loskoppelt van adaptatie (1), ligt de focus voornamelijk op het bepalen van gevoeligheden en kwetsbaarheden (2) en op het aftasten en formuleren van adaptatiestrategieën die kunnen resulteren in beleidsaanbevelingen (3). Het gaat erom te bepalen welke en hoeveel middelen (*resources*) aangewend

moeten worden om een bepaalde regio, structuren, systemen of een groep van mensen minder kwetsbaar te maken voor bepaalde klimaateffecten. Naast het milderen van deze effecten, is het ook mogelijk om bepaalde effecten positief te benutten of bepaalde gebieden te zien als opportuniteit bij de implementatie van adaptatiemaatregelen.

Is kwetsbaarheid een beginpunt, een tussenstap of de uitkomst? Staat kwetsbaarheid in relatie tot een externe drukfactor, zoals een stormvloed, of staat ze eerder in relatie tot een ongewenste uitkomst, zoals bijvoorbeeld een hongersnood? Of is kwetsbaarheid eerder een inherente eigenschap van een systeem, afhankelijk van een specifiek scenario, waarbij externe belasting interne reacties genereert? Is kwetsbaarheid statisch of dynamisch? Het voorgaande suggereert een waaier aan mogelijkheden omtrent de interpretatie of toepassingen van het concept kwetsbaarheid.

Voor het volgende hoofdstuk, meer bepaald het ontwerpend onderzoek, houden we die brede invulling van het concept kwetsbaarheid in het achterhoofd. Kwetsbaarheid dient voor de volledigheid aangevuld te worden met de risicobenadering. Hierbij wordt kwetsbaarheid beschouwd als de relatie tussen de hoeveelheid exogene druk uitgeoefend op een systeem, inclusief de nadelige effecten die hieruit volgen, en het antwoord dat het systeem hierop heeft. Deze notie van kwetsbaarheid sluit het meest aan bij het begrip gevoeligheid in de terminologie van het IPCC (Füssel en Klein, 2006). Het risico beschrijft de kans op een gebeurtenis (i.e. de blootstelling aan effect en de gevoeligheid voor dit effect) zoals te zien op de grafiek bij variatie en extremen (zie Figuur 8). Aanpassingen van ruimtelijke structuren gebeuren op basis van een bepaalde inschatting van risico waartegen men zich wil beschermen. Dat is de vertaling van de kwetsbaarheid in adaptatiemaatregelen.

Kwetsbaarheid onderzoeken of vaststellen houdt veelal in dat de geaggregeerde gevoeligheid wordt vastgesteld. De gevoeligheidskaarten duiden die plaatsen aan waar eventueel effecten kunnen optreden. Indien er bij een bepaalde blootstelling effectief impacten worden vastgesteld, gaat men nadien in die impactgebieden proberen vaststellen wie of wat daadwerkelijk getroffen werd door het effect en in welke mate die met andere woorden kwetsbaar zijn. Het effect kan namelijk doorwerken in een kettingreactie van effecten en daar wil men zicht op krijgen. Zo zal de stad overdag opwarmen en 's avonds gloeien sommige stadsdelen nog na als gevolg van hun specifieke morfologie (eigenschappen). In deze geaffecteerde zones wil men nagaan wie daar verblijft. Op dat moment wordt een tweede gevoeligheid gewogen. Het wegen van een deel van de bevolkingsgroep - bijvoorbeeld heel jonge kinderen of oudere mensen - naar hun gevoeligheid voor het UHI-effect levert in dit voorbeeld de

kwetsbaarheid op. Eens de kwetsbaarheid bepaald is, kan men nagaan hoe deze weg kan worden gewerkt of gemilderd. Op dat moment is men gestart met de ontwikkeling van adaptieve capaciteit. Bijgevolg kan kwetsbaarheid gezien worden als het product van de impact en de adaptieve capaciteit.

Zoals zal blijken uit het ontwerpend onderzoek benadert men kwetsbaarheid inderdaad vanuit die brede waaier aan interpretaties. In de casus van de Kempen zal men bijvoorbeeld starten met na te gaan hoe het landschap geëvolueerd is doorheen de tijd en hoe het landschapsecologische systeem aangepast werd. Welke ecologische waarden zijn er verloren gegaan en welke gewonnen? Hoe kan men van de actuele toestand een robuuste structuur voor de toekomst uitbouwen? Men zal gevoeligheid en kwetsbaarheid nemen als basis om strategieën te formuleren. Hetzelfde geldt voor de casus van de kust, waar men kwetsbaarheid neemt als uitgangspunt voor het opbouwen van een strategie om die te testen aan de hand van ontwerpend onderzoek. Zo wordt in het ontwerpend onderzoek het bepalen van kwetsbaarheid gezien als een tussenstap om strategieën af te toetsen. Op dit punt in het onderzoek ontmoeten kwantitatief en kwalitatief onderzoek elkaar of anders gezegd reiken ze elkaar de hand.



Deel II

Ontwerpend onderzoek





## Inleiding

*Valerie Dewaelheyns, Jeroen De Waegemaeker*

Hoe kunnen we Vlaanderen aan de nieuwe klimaatcondities aanpassen? Vaak versterkt een gebrek aan kennis over de precieze gevolgen van klimaatverandering op lokale schaal de onzekerheid van lokale planners (Wilson, 2006) en vormt zo een belemmering voor actie (Campbell, 2006). Het lijkt evidentier - of eenvoudiger - om ruimtelijke adaptatie aan klimaatverandering voor te stellen voor grotere structuren en gebieden op Vlaams niveau. Toch is ook op lokaal niveau een ruimtelijke visie op adaptatie aan klimaatverandering essentieel (Wilson, 2006) en is het noodzakelijk om in te zoomen op kleinere gebieden om adaptatiestrategieën op het terrein te kunnen uitwerken (Blom, 2009).

De vertaalslag van kennis naar praktijk, van theorie naar actie en van de Vlaamse naar de lokale schaal wordt doorlopen in de casussen. De centrale onderzoeksvraag van dit deel is de volgende: biedt klimaatadaptatie kansen voor ruimtelijke win-winsituaties, en zo ja, hoe kunnen we die inzetten bij een planmatige gebiedsontwikkeling? Al ontwerpend worden in twee casussen, de Kempen en de Kust, alternatieve planconcepten en nuttige strategieën verkend.

99

### **Ontwerpend onderzoek binnen de klimaatvraagstukken van Kempen en Kust**

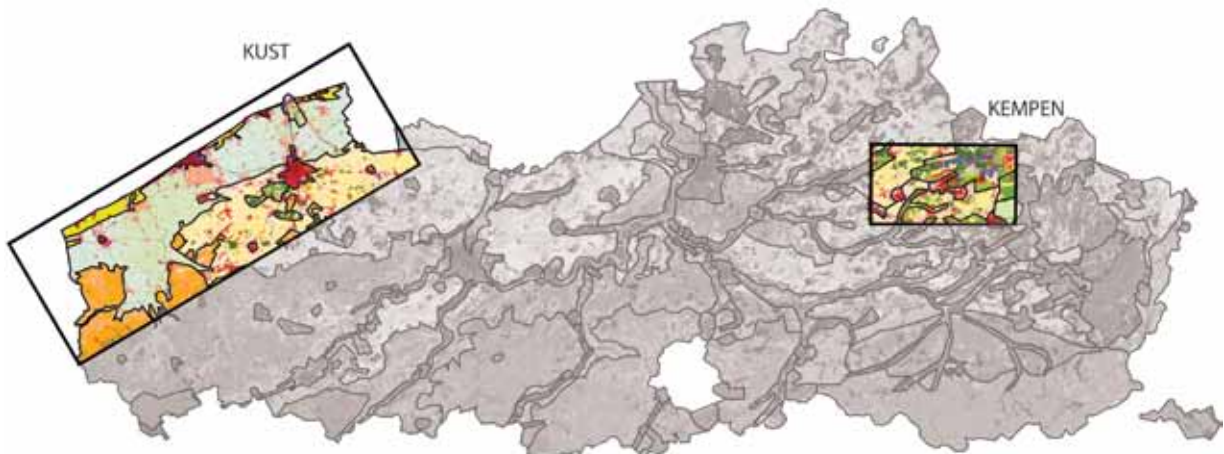
Ontwerpend onderzoek staat voor 'denken door ontwerpen' waarbij niet het finale plan primeert, maar waarvan vooral de bevindingen tijdens het ontwerpproces van belang zijn. Het leidt dus niet tot concrete blauwdrukken, maar levert vooral inzicht in alternatieve vormen van bestemming, inrichting en beheer voor een gebied (Schreurs, 2006; Meirlaen, 2009). Net doordat het ontwerp niet het doel maar een middel is, biedt het mogelijkheden om verder door te denken over de toekomst van een gebied. Het ontwerpend onderzoek binnen de casussen vertrekt vanuit eenzelfde opgave: een zoektocht naar ontwerpconcepten om een gebied zowel op korte als lange termijn aan de klimaatverandering aan te passen. Er is gewerkt op twee casussen Kust en Kempen waarbij de ontwerpopdrachten niet geïsoleerd bekeken worden maar in relatie tot hun omgeving en ontwikkelingen in ruimtegebruik. Binnen beide casussen behelst het ontwerpend onderzoek de zoektocht naar het functioneren van verschillende aspecten in de ruimte, om van daaruit te beginnen ontwerpen.

### *Casus Kempen*

De Kempen werd gekozen als casus omwille van de thermische gevoeligheid en het watercapterend vermogen van de Kempische zandgronden. In het cultuurbeeld binnen Vlaanderen heeft de Kempen een sterke identiteit. Deze wordt niet alleen bepaald door aanwezige structuren als naaldbossen en heiderelicten, maar ook door sterk contrasterende onderdelen, van zeer industrieel tot zeer landelijk, van kleinmazige landschappen met vele kleinere elementen tot grootschalige eenheden. Ook de hoogdynamische geschiedenis speelt een rol in deze beeldvorming: van de traditionele potstalsystemen over de systematische ontginningen door middel van bos- en landbouwcomplexen tot de grote kanalen, zandwinningen, metallurgie en steenkoolwinning. Kan klimaatadaptatie meesporen met dit cultuurbeeld, of zullen de aanpassingen dit beeld integendeel sterk gaan aantasten? De casus in de Kempen mikte op het ontwikkelen van een geïntegreerde klimaatrobuuste regionale gebiedsvisie, waarbij de aandacht expliciet uitging naar het volledige gebied als een netwerk van nauw met elkaar verbonden eenheden.

### *Casus Kust*

Terwijl klimaatproblematiek en -adaptatie voor de Kempen grotendeels kan uitgedrukt worden in termen van veeleer fijnmazige structuren van bodembedekking, landgebruik, vegetatie en topografie, focust het kustverhaal zich op de kenmerkende positie van de streek; een raakvlak tussen zee en land. Deze positie maakt het kustgebied onderhevig aan velerlei impacten, zowel interne als externe. Het brede scala aan impacten is evenwel min of meer gezoneerd. Zeegebonden impacten doen zich bijvoorbeeld voor in de ondiepe wateren en nabij de kustlijn. Dit ontwerpend onderzoek gaat in op drie zones; voor de kustlijn (de Vlakte van de Raan), de kuststrook zelf en achter de kustlijn (de Westhoek).



*Figuur 55 Situering van de twee casussen aan de hand van de landschapstyperingskaart (zie 4.3)*

A De Kempen



## Hoofdstuk 5 De aanpasbaarheid van de Kempen: een terugblik

*Valerie Dewaelheyns, Hubert Gulinck, Pieter Foré, Björn Bracke,  
Pieter Van den Broeck*

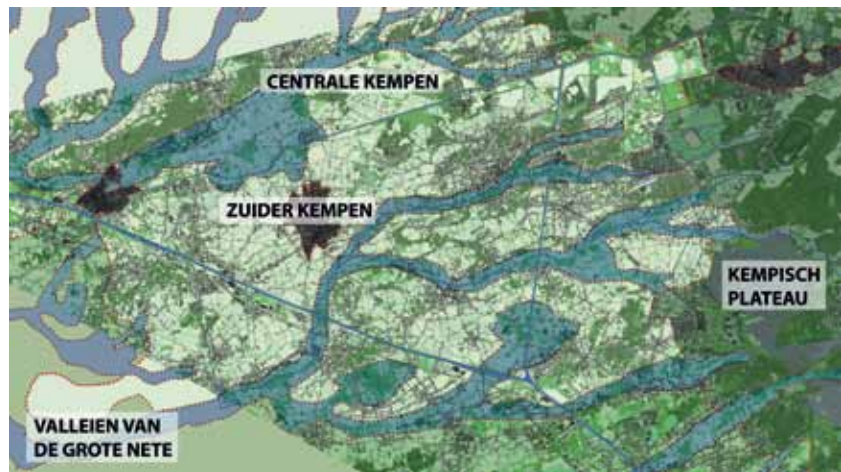
De geschiedenis van de Kempen laat zich lezen als een voortdurende aanpassing aan nieuwe omstandigheden. Deze aanpassingen vonden de laatste eeuwen in snel tempo plaats door omslagen in beleidsdenken, veranderingen in industrie, landbouw en bosbouw, en onder invloed van een steeds toenemend aantal groepen van actoren. Tussen vele tragische verhalen van aanslag op bodem, natuur, milieu en landschap lezen we ook verhalen van flexibiliteit waarmee actoren eventueel openingen lieten om hun gebied te verduurzamen. Ruimtelijke aanpassingen aan klimaatverandering zijn in die zin niet meer dan een nieuwe aanpassingsgolf, maar moeten wel geplaatst worden binnen een overkoepelende en duurzame gebiedsontwikkeling. Het verkennen van de aanpasbaarheid van de Kempen aan klimaatveranderingen kan belangrijke lessen leren uit de relaties tussen mens en natuur, het ruimtegebruik en het ruimtelijk beleid doorheen de ontwikkelingsgeschiedenis van de Kempen.

103

### 5.1 Een unieke streek in Vlaanderen

De Kempen is naar Vlaamse maatstaven een grote regio met heel wat diversiteit. Het Kempens plateau gelegen in de provincie Limburg is een deltavormig grintplateau opgebouwd door fluviatiele grinden en grove zanden afkomstig van de Maas tijdens het Pleistoceen, gekenmerkt door een diepe watertafel. Vanuit het Kempens plateau stroomt een stelsel van rivieren en beken westwaarts in de richting van het Scheldebekken de Kempense laagvlakte in. Deze Kempense laagvlakte, ook wel de geërodeerde Kempen genoemd, heeft een ondiepe watertafel. Het noordelijke deel, de Noorderkempen, wordt sterk bepaald door een koepel van ondiep liggende klei van Rijkvorsel en bevat de waterscheiding tussen Schelde- en Maasbekken. De Zuiderkempen is dan weer gekenmerkt door grove glauconietrijke zanden, en sterk gestructureerd door de verschillende Netes die min of meer parallel aan elkaar westwaarts stromen. Het sterk ontwikkelde waterlopenstelsel vormt hier een net van kwelrijke zones en moerassige valleien waarbij hoger gelegen gebieden tussen de rivieren dienst doen als infiltratiegebieden en de overgangen tussen rug en dal als doorstroomgebieden. Evenwijdig aan de moerassige valleien liggen zandruggen. Het gemeenschappelijke kenmerk over deze diversiteit heen is

*Figuur 56 Studiegebied binnen de traditionele landschappen (eigen verwerking van top10vGIS (NGI) en traditionele landschappenkaart (Nuffel, 2000))*

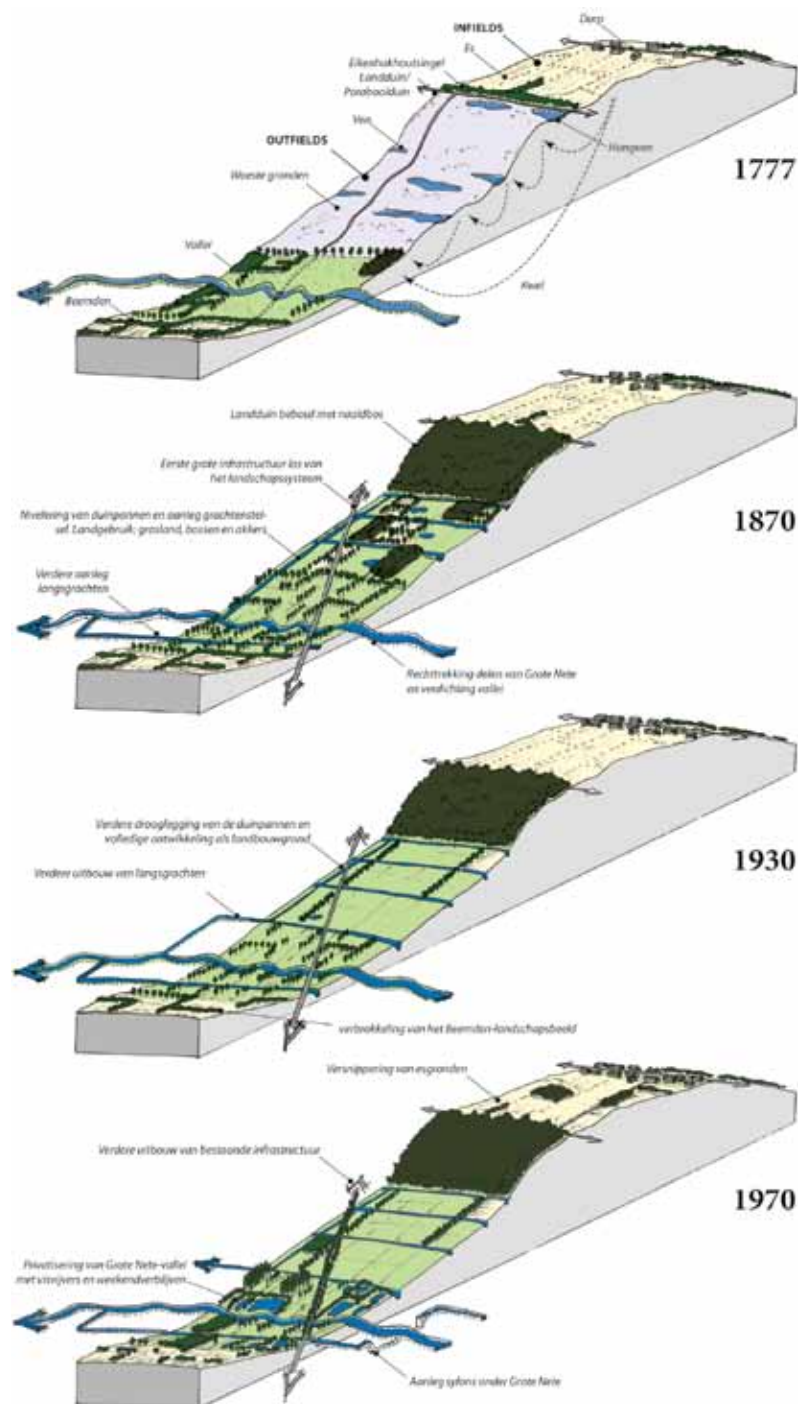


de zandige bodemtextuur, afkomstig van quataire dekzanden. Deze zanden werden aangevoerd door de wind in aanwezigheid van sneeuw en afgezet tijdens de laatste ijstijd, zo'n 70.000 tot 10.000 jaar geleden. Secundaire verstuivingen vormden landduinen op de zandruggen, georiënteerd in zuidwestelijke naar noordoostelijke richting en gekenmerkt door een relatief diepe watertafel (Monkhouse, 1949; Paulissen et al., 2006; Antrop en Van Damme, 1995; Van der Veken et al., 2010; Baeyens, 1969; Denis, 1992; De Backer en Geudens, 2009).

In dit middenstrooms gebied van de Netes situeert zich de casus Kempen. Het omvat de moerassige valleien van de Grote en de Molse Nete en de landduinen en duinpannen ter hoogte van Geel-Bel. In het westen sluit het casusgebied aan op het Albertkanaal, ten oosten op het kanaal Dessel-Kwaadmechelen. Geel, Mol en Meerhout zijn de belangrijkste stedelijke kernen.

## 5.2 De traditionele Kempen (pre-1850)

Vanaf de inbeslagname in achtereenvolgende fasen tot ongeveer de industriële revolutie waren de veranderingen relatief traag en gestadig: bos werd door een eeuwenlange cultuur van extensieve begrazing, plaggen en houtsprokkel geleidelijk omgevormd tot heide. Tot het midden van de 19<sup>de</sup> eeuw waren de boerderijen kleinschalige, gemengde bedrijven waar akkerbouw op plaggengronden een centrale plaats innam. Het overlevingssysteem in deze van nature weinig vruchtbare streek was gemerkt door een stelsel van kleine 'infields' (de dorpen en de aansluitende landbouwgronden) en grote 'outfields' (de uitgestrekte heidevelden en de riviervalleien, ook de gemene gronden genoemd) (Kinsbergen, 1991; Monkhouse, 1949; Burny,



Figuur 58 Evolutie van het landschaps-ecologisch systeem in Geel-Bel van 1777 tot 1970



1999; De Blust, 2012), met indirect een belangrijke klimaatimplicatie. De outfields waren verzamelzones voor nutriënten en voor koolstof die via het potstalsysteem zorgden voor humusrijke plaggengronden in de infielden rond de dorpen. Bodemkundigen schatten dat de plaggenbodems jaarlijks één millimeter aandikten met organisch aangerijkt materiaal, en dus een belangrijke koolstofput vormden (Driesen et al., 2001). Tegelijk verschaalde de heide steeds verder met klimatologische impacten zoals een verlaagde warmtebuffering en verhoogde risico's op brand en winderosie. Een standvastige verhouding tussen mens en natuur bracht een aantal gestabiliseerde patronen van landgebruik voort: plaggengronden, (gemeenschappelijke) heidegebieden, straatdorpen, gevarieerd en gesloten valleilandschap, beemden, gemeenschappelijke akkercomplexen met dichte haagstructuren (zie Figuur 57), turfputten, ontwateringsgrachten, enz.

In 1777 werden onder Oostenrijks bewind een aantal verordeningen uitgevaardigd die het gemeenschappelijk gebruiksrecht van de heide aan banden legde en de ontginning van de 'woeste gronden' moesten stimuleren. De ontginningswet van 1847 versnelde de veranderingen in de ruimtelijke structuur van de Kempen. Deze wet stelde dat de staat het recht had de woeste gronden, eigendom van de gemeenten, te verkopen, te onteigenen of te verhuren om ze winstgevend te maken indien gemeenten ze niet zelf ontwikkelden. Deze gronden moesten gecultiveerd worden – met landbouwgewassen of planten – of bebost met naaldbomen. Vooral de grote vraag naar mijnhout gaf aanleiding tot een massale aanplanting van coniferen op de Kempense heidegronden. Om de productiviteit van de graslanden te verhogen, werden deze op pre-industriële wijze bevoeid.



*Figuur 57 Gemeente Belle en het gemeenschappelijk akkercomplex ten zuiden van Bel (infield), omgeven door heide (outfield)  
(Kabinetskaart van de Ferraris, 1777)*



### 5.3 Grote infrastructuur (1850-1945)

In de periode 1850-1945 wijzigden infrastructuurwerken de ruimtelijke structuur van de Zuiderkempen op een ingrijpende manier. Zo werd de omgeving van de Grote Nete geïndustrialiseerd: tussen 1863 en 1865 werd de Grote Nete op enkele plaatsen rechtgetrokken en werden dijken aangelegd (Bosch, 2009). Het nieuwe kanalennetwerk, de ontwikkeling van de spoorwegtechnologie en de ingebruikname van de IJzeren Rijn maakten de regio aantrekkelijk voor industriële activiteiten. Dit was het startschot voor een langdurige en ernstige bodemverontreiniging in de Kempen door de non-ferro-industrie.

Na de aanleg van talrijke kanalen werden de pre-industriële bevoeiingen van grasland opgevolgd door grootschalige irrigaties via de Kempense kanalen. Het kalkrijke Maaswater zorgde zo voor bemesting van beemden, vloeiveiden of wateringten. Deze verschaften voeder voor vee, dat op zijn beurt meststof leverde ter bevordering van de landbouw, maar ook hooi waarnaar grote vraag was tot 1930 door het leger (Leopoldsburch), de Zoo van Antwerpen en de paardentram. Plannen voor landbouwkolonies met een fijnmazige slotenstructuur werden opgevat als een ontwikkelingsproject voor de regio (Van Acker, 2010). De grootschalige irrigaties met kanaalwater bleken echter vrijwel onmiddellijk na hun aanleg onrendabel. Door onvoldoende watertoevoer (er bleek 3 l/ha s nodig te zijn in plaats van de voorziene 1 l/ha s) en de aansluiting van steeds meer velden steeg de watervraag tot zelfs de scheepvaart gehinderd werd (Bosch, 2009; Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005).

*‘...historische continuïteit tussen grootschalige, met ingenieurskunde en belangrijke geldmiddelen aangelegde irrigaties met kanaalwater, en de zeer algemene, vele eeuwen oude, door de landbouwers van de Kempen toegepaste bevoeiing van grasland.’*

*Burny (1999)*

De initiële bedoeling van de landbouwkolonies, namelijk het aantrekken van privéontwikkelaars op grote schaal, had weinig resultaat. Het enthousiasme werd echter opgepikt door lokale boeren, die op deze manier twee derde van de heidegronden in gebruik namen. Door de opkomst van de kunstmest en de algemene mechanisering in de landbouw en industrie raakten de wateringten in onbruik vanaf de Tweede Wereldoorlog. Als alternatief werd in de beemden overgestapt op de populierenteelt (Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005). Bij het graven van de Kempense kanalen werd kwartszand ontdekt dat bijzonder geschikt bleek als basisgrondstof voor de glasindustrie. De transportfunctie van de kanalen werd de belangrijkste factor in de industrialisering van de Kempen (Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005).

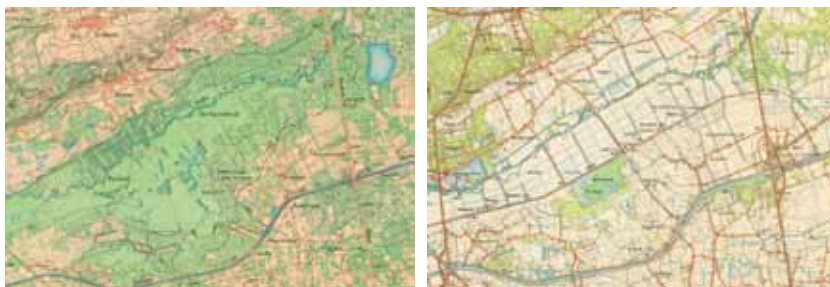
## **5.4 Sociale en economische expansie (1945-1962)**

Vanaf de jaren 1950 onderging het Kempense landschap opnieuw een groot-schalige herstructurering om de sociale en economische opgang van de regio te stimuleren. Vanuit de Belgische overheid werden infrastructuurprojecten gezien als hét recept om strategisch in te grijpen. De aanleg van de E313 in 1957 maakte industriële activiteiten langs het Albertkanaal bijzonder aantrekkelijk. Nieuwe organisaties zoals De Kempische Economische Raad (1954), het Ekonomisch Comité voor de Kempen (1959) en de intercommunale vereniging voor de economische uitrusting in de Zuiderkempen (sinds 1962 de Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij Kempen IOK), zorgden met de steun van werknemersorganisaties, ingenieurs, stedenbouwkundigen en instanties als de vzw Economische Raad van de provincie Antwerpen (1956) voor een omslag in het sociaaleconomisch profiel van de regio, van agrarisch naar industrieel. Kernenergie, de groeiende olie-industrie en opkomst van de auto zorgden voor een geheel nieuwe vorm van energiebevoorrading en -vraag.

Dit alles had een dramatische invloed op de traditionele landschapkenmerken van de regio. Door de nieuwe energiebronnen daalde de vraag naar hout en hooi waardoor ook hooilanden en houtkanten in snel tempo verdwenen. Het richtplan Zuiderkempen als nieuw instrument voor ruimtelijk beleid in de Kempen toont eveneens een sterk overwicht van het industrieel groeidiscours (Van den Broeck, 2012).

## **5.5 Grote spelers industrie, landbouw en grondeigenaars, eerste milieureacties (1962-1978)**

Uiteraard kwam ook de Kempen in de vaart van het moderniseringsdenken dat zich ontwikkelde in de landbouw en onder andere vervat werd in het Europees landbouwbeleid. Een aantal belangrijke actoren waaronder Europese instituten, landbouworganisaties en de Nationale Landmaatschappij, stelden het verzekeren van de voedselveiligheid en het behoud van een aangepast landbouwapparaat als onderliggende doelstellingen. De strategieën die Europa en landbouworganisaties promootten vertoonden fordistische invloeden: waterbeheersingswerken, modernisering, schaalvergroting, specialisatie en mechanisatie. Zo werd in één van de eerste ruilverkavelingsprojecten in de jaren 1960 het grondwaterafhankelijke laagveengebied in de vallei van de Kleine Nete in Geel nagenoeg volledig ontgonnen (zie Figuur 59). Hierbij verdween het Geels Gebroekt, met uitzondering van het natuurreserveaat De Zegge, en daalde het waterbufferend vermogen van de Kleine Nete aanzienlijk.



Figuur 59 Ontginning van de Kleine Nete  
vallei te Geel in 1870 (links) en 1972  
(rechts) (NGI)

Vanaf de jaren 1960 vestigden grote internationale bedrijven zich langs het Albertkanaal. Het proactieve overheidsbeleid zorgde ervoor dat grote bedrijven, vaak uit de non-ferro sector, zich maximaal konden ontwikkelen. Vanaf deze periode namen schadelijke emissies naar lucht en water dan ook sterk toe.

Met de doorbraak van de automobilititeit en de aanleg van de autosnelwegen werd de Kempen als groen gebied met rechtstreekse verbindingen naar de nabijgelegen steden ook een aantrekkelijke woonomgeving. Dit zorgde voor een hoge woondruk op de Kempense open ruimte en leidde bovendien tot een aanzienlijke pendelbeweging. Vanaf de jaren 1960 maakten grondeigenaars en ontwikkelaars bijvoorbeeld gebruik van de mogelijkheden van de Wet op de Stedebouw van 1962 om verkavelingsvergunningen aan te vragen. Bijgevolg werd in deze periode druk verkaveld aan de rand van dorpskernen en nam de lintbebouwing langs de verbindingswegen toe. De milieu- en klimaatkundig interessante plaggengronden werden hierbij het eerst in beslag genomen. Vanaf de jaren 1960 eigenden grondeigenaars zich dus steeds meer grond toe voor privaat gebruik, zoals wonen en recreatie.

Vanaf het midden van de jaren 1960 groeide het besef dat het fordistisch groeimodel, de toenemende ruimteclaims en de grondversnippering een sterke druk op milieu, landschap en natuur met zich meebrachten. In de Zuiderkempen verzette de actiegroep 'Beter Leefmilieu Tessenderlo' zich tegen de voorgenomen komst van Philips Petroleum. Tezeldertijd werden milieugerelateerde thema's, zoals het tegengaan van de versnippering van open ruimte, ook opgepikt door ruimtelijke planners en stedenbouwkundigen.

109



Figuur 60 Informatiebrochure ontwerp  
gewestplan Herentals-Mol 1976

## 5.6 Einde van het Fordisme, verdergaande ruimteconsumptie, milieu- en natuurbelief (1979-1990)

Als gevolg van de economische crisis van midden jaren 1970 tot midden jaren 1980, namen de investeringen van externe of buitenlandse ondernemingen in de Kempen af. Het ontwikkelingspotentieel van de bedrijven

die er al gevestigd waren, moest volgens de overheid worden gestimuleerd en de ondernemingswereld moest een meer actieve rol worden toebedeeld in de economische ontwikkeling van de regio (Kinsbergen, 1991). Dit model van streekontwikkeling kon gestalte krijgen door samenwerking tussen openbare instanties en privéorganisaties. Enkele concrete realisaties waren de oprichting van het Kempens Bedrijvencentrum in Geel (1986), het Innovatie- en Technologiecentrum Kempen (1987) en het samenwerkingsverband Strategisch Plan Kempen (1987).

Tot in de jaren 1990 bleef de Kempense bevolking sterk aangroeien. Vanaf het van kracht worden van de gewestplannen werd het kader voor de vergunningverlening onder invloed van grondeigenaars, politieke partijen, gemeenten en de bouwsector stelselmatig aangepast en versoepeld. Het gewestplan Geel-Mol werd goedgekeurd in 1976, maar tot ver in de jaren 1990 werd er door lokale overheden soepel omgesprongen met het vergunningenbeleid om grote ontwikkelingsplannen te kunnen realiseren. Bijgevolg werd er druk verder verkaveld aan de rand van dorpskernen en bleef de lintbebouwing toenemen. Door de langzame vergrijzing en een stijging van het aantal korte vakanties groeide ook de vraag naar vakantiehuizen en recreatiedomeinen.

*Figuur 61 Evolutie van de omgeving van Mol 1974-1989 met een verdere consumptie van open ruimte door wonen, versnippering van de Netevallei, bijkomende verharding door dominantie autogebruik, baanwinkels, KMO-zones enz. (NGI)*



Het groeiend publiek besef van de milieuvervuiling en de opmars van de milieubeweging kregen vanaf 1978 politiek gevolg. Vooral milieuhygiëne, de bestrijding van verontreiniging en hinder en natuurconservatie stonden op de agenda. In 1975 startte de IOK met initiatieven rond de verwerking van huishoudelijk en met huisvuil gelijkgesteld industrieel afval, wat leidde tot de uitbouw van regionale, gecontroleerde stortplaatsen in Beerse, Olen en Meerhout. Vanaf 1977 werden de gemeentebesturen begeleid bij het beheer en de exploitatie van afvalwaterzuiveringsstations.

## **5.7 Natuurontwikkeling, ruimtelijke ordening en streekontwikkeling (1991-1999)**

Vanaf de jaren 1990 werd het pleidooi van natuurverenigingen en natuurwetenschappers voor natuurontwikkeling en ecologische netwerken vertaald in beleidsmaatregelen zoals de Groene Hoofdstructuur (Bogaert, 2004). Met de opmaak van de gemeentelijke natuurontwikkelingsplannen (GNOP) kregen de gemeenten een nieuwe (gesubsidieerde) taak toebedeeld inzake natuurbeleid. In Geel had het ontwerpstructuurplan 'Bel' tot doel de kwaliteit van de ruimte, het milieu, de natuur en het landschap te verhogen. In het landinrichtingsproject Grote Nete werd gezocht naar een harmonieuze inrichting voor landbouw, natuur, verkeer, water en recreatie.

Nieuwe ideeën over streekontwikkeling en socio-economische planning kregen een gevolg gedurende de jaren 1990 (Hoofdstuk 16). Het IOK, de Kempense Kamer voor Handel en Nijverheid, Gewestelijke Ontwikkelingsmaatschappij (GOM), verscheidene onderzoeksinstituten en het Strategisch Plan Kempen (SPK) trachtten in te spelen op de crisis van de industriële economie in de Zuiderkempen en het vrijkomen van Europese fondsen voor regionale ontwikkeling. Om aan deze vraag te voldoen werd in 1996 het Streekplatform Kempen vzw opgericht. De verdere ontwikkeling van innovatie, technologie en onderzoek en ontwikkeling, al dan niet in combinatie met productie, stonden hoog op de agenda.

De dubbele ambitie van streekontwikkeling en natuurontwikkeling leidde tot een weinig consistente beleids- en besluitvorming. Bij het verlenen van (milieu-)vergunningen werd nog geen rekening gehouden met natuurontwikkeling. Zo werd in 1992 in Mol-Rauw een vergunning toegekend voor de aanleg van een recreatiedomein gelegen in een natuurkerngebied (Bogaert, 2004). Anderzijds verstregde de Vlaamse regering de vergunningverlening in de open ruimte door het uitvaardigen van milieunormen, waaronder het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning (VLAREM) en het Mestactieplan (MAP). Het verstrengen van het vergunningensysteem en de milieunormen hadden een impact op een zeer groot aantal individuele eigendommen. Het protest vanuit landelijke lokale overheden en individuele eigenaars was groot en overheden stonden opnieuw gemakkelijk afwijkingen toe op de beschermregels voor milieu en open ruimte.

## **5.8 Zoeken naar duurzame ontwikkeling, economische groei en rechtszekerheid (1999-2012)**

De periode van 1990 tot en met 2003 was gekenmerkt door een groot aantal nieuwe decreten en instrumenten betreffende bos, natuur, landschap, ruimtelijke ordening en integraal waterbeleid, onder andere aangedreven door Europa. Een aantal nieuwe samenwerkingsverbanden zagen het licht, zoals Kempens Landschap vzw (1997), Waterschappen (2003) en Rurant vzw (2007). Voor het eerst werden langetermijnstrategieën geponeerd voor thema's zoals water, natuur, afval en mobiliteit. Vlaamse administraties, agentschappen, instituten, de provincie en onderzoeksinstituten slaagden erin concrete projecten voor natuur en landschap te realiseren. Bovendien zijn vanaf 1990 verschillende van deze actoren steeds meer een actief grondbeleid gaan voeren. Zo bestaat er sinds 1993 een subsidiereglement waardoor het voor de particuliere natuurverenigingen mogelijk wordt om een deel van de aankooprijzen van hun reservaten terugbetaald te krijgen (Gemeentelijk Natuurontwikkelingsplan Geel, 1996). Tenslotte is er een grote ondersteuning door Europese beleidsvoering voor de bovenstaande trends. Via Europese projecten vonden actoren van verschillende sectoren en niveaus de weg naar middelen om duurzame projecten te financieren. Het herstel van natuurwaarden, de inperking van milieubelasting en de realisatie van plattelandontwikkeling werden gemeenschappelijke doelstellingen. De instrumenten die hiervoor gebruikt worden zijn gebiedsgericht, bottom-up, participatief en geïntegreerd.

Onder invloed van de groeiende aandacht voor klimaatverandering en duurzame ontwikkeling leverden vanaf de jaren 2000 actoren zoals Europese en Vlaamse administraties, grote bedrijven, UNIZO, RESOC Kempen, SPK en Economisch Netwerk Albertkanaal (ENA) een collectieve inspanning voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen en tegelijk het versterken van de economie en welvaart van de regio. Deze ambities staan ook in het streekpact Kempen 2007-2012: op het vlak van duurzaamheid en innovatie wil de Kempen zich profileren als een toonaangevende kenniscluster. Een aantal concrete projecten zijn Energie conversieparken (ECP), geothermie (Geo-Heat) en algenproductie (Sunbuilt). Gebruikte instrumenten zijn onder andere samenwerkingsconvenanten tussen overheid en bedrijfsleven, groene stroomcertificaten en een optimaal gebruik van de mogelijkheden van de technologische groei, geënt op strategieën met een beperkte rol voor de overheid en het maximaal gebruik van marktmechanismen. Deze benadering wordt ook wel 'ecologische modernisering' genoemd.

Maar vanaf 2000 evolueerde op vraag van diverse actoren de beleidscultuur naar het eenvoudig en toetsbaar maken van overheidsintenties in structuurplannen en ruimtelijke uitvoeringsplannen (RUP's). Hierdoor werden het structuurplan en het RUP opnieuw veel statischer en opgenomen in het vergunningensysteem. Bovendien werd op Vlaams niveau het vergunningensysteem opnieuw sterker afgestemd op individuele grondeigenaars via een aantal maatregelen zoals de verjaring van bouw misdrijven, een uitbreiding van afwijkmogelijkheden en basisrechten voor zonevreemde constructies. Zo zette minister Dirk Van Mechelen in 2005 zijn handtekening onder het BPA Netevallei in Geel waarmee rechtszekerheid gecreëerd werd voor 400 chalets in de Netevallei.

Ondanks de moeilijke relatie tussen particuliere en collectieve doelstellingen slagen een aantal projecten er toch in om beide belangen te verzoenen. Met het oog op een ecologisch en economisch beheer door collectiviteit werden vanaf 2000 samenwerkingsverbanden tussen plaatselijke grondeigenaars opgestart, zoals de bosgroepen (2003) waaronder bosgroep Zuiderkempem vzw. Een gelijkaardige trend is waar te nemen bij de ontwikkeling van nieuwe bedrijventerreinen, waarbij het parkmanagement als instrument gebruikt werd om (bedrijfs-) economische resultaten te verbeteren en de milieubelasting te verminderen.

## Hoofdstuk 6      Klimaatuitdagingen voor de Zuiderkempen

*Valerie Dewaelheyns, Pieter Foré*

### 6.1      Water dragen naar Vlaanderen

In deel I (Hoofdstuk 4) werd reeds aangehaald dat een stijging verwacht wordt van de algemene gevoeligheid voor waterschaarste in Vlaanderen. De waterwinning in Vlaanderen steunt grotendeels op het Kempens grondwater en op het instromend water via de Kempense kanalen: van het totaal vergund debiet aan drinkwaterwinning wordt 43% gewonnen uit het Kempens aquifersysteem. Het grondwater in het casusgebied staat vandaag de dag echter onder druk. Zo wordt in de ecoregio Kempen, een ruimtelijke eenheid voor gebiedsgericht milieubeleid, meer dan 70% van de totale oppervlakte van het grondwater als zeer kwetsbaar geïnterpreteerd, terwijl meer dan 15% in een zone ligt met een snelle afwisseling tussen zeer kwetsbare en weinig kwetsbare gebieden (Sevenant et al., 2002). De grondwaterstandindicator voor freatisch grondwater gaf in februari 2012 aan dat het grondwater in het casusgebied lager dan normaal tot zeer laag stond voor de tijd van het jaar (Vlaamse Milieumaatschappij, 2012b). Voor augustus 2012 concentreren de lager dan normale en zeer lage stijghoogtes zich vooral op het Kempens Plateau en op een aantal plaatsen nabij de Nete (Vlaamse Milieumaatschappij, 2012a).

De scenario's geven geen hoopvol beeld over de waterbeschikbaarheid in het Netebekken in de toekomst. Zowel de natte als warme klimaatscenario's voorspellen een verhoging van de gemiddelde afstroming, grondwateraanvulling en evapotranspiratie in alle seizoenen, uitgezonderd de zomer, wat resulteert in een verhoging van het grondwaterpeil en een verhoogde afstroom (Woldeamlak et al., 2004). Dit kan nadelig zijn voor de huidige natuur en de huidige landbouw en leiden tot een verhoging van het overstromingsrisico in benedenstroomse gebieden. In de droge scenario's is de situatie nog drastischer. Er wordt een gemiddelde verlaging van de jaarlijkse grondwateraanvulling van 40% voorspeld ten opzichte van het huidige watersysteem, met een gemiddelde verlaging van het grondwaterpeil van 52 cm tot gevolg. Dit heeft nadelige gevolgen voor de aanwezige biodiversiteit, de voeding van het basisdebiet van bronnen en waterlopen, watervoorziening en landbouwproductiviteit (Woldeamlak et al., 2004).



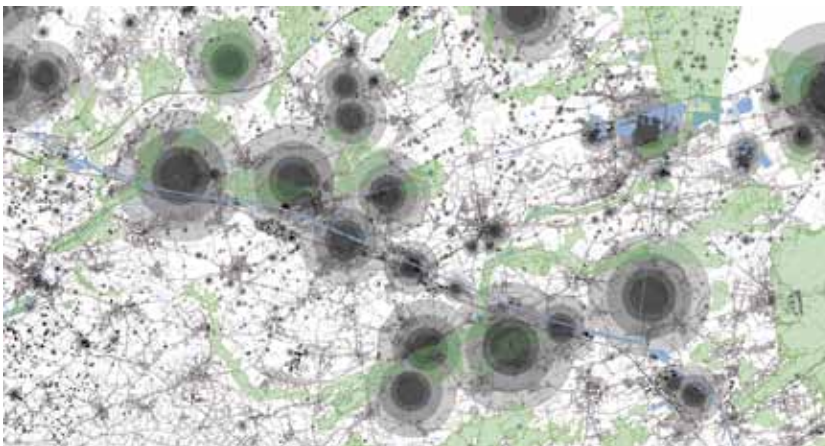
De manier waarop watertekort (maar ook wateroverlast benedenstrooms) optreedt in de Kempen getuigt van een binnen Vlaanderen sterk veranderd landschapsecologisch systeem. Zoals ook aangegeven werd in deel I (Hoofdstuk 4) bepalen landgebruik en waterinfrastructuur de mate waarin water geïnfiltreerd, gebufferd of afgevoerd wordt. Bodemafdichting of verzegeling (het waterondoorlatend maken van de bodem door afdichting met onder andere bebouwing en wegen) beperkt de mogelijkheden voor de infiltratie van regenwater ter aanvulling van de grondwatertafel. Tegelijkertijd zorgt dit ook voor een toename in oppervlakkige waterafvloei en wateroverlast. Tussen 1777 en 2010 is de graad van bodemafdichting sterk toegenomen, zoals geïllustreerd in Figuur 62, wat zijn impact heeft op het hydrologisch systeem.

Verschillende landgebruiken in het casusgebied zijn een grote watervrager: de drinkwaterwinningen, industrie en recreatie. De meest recente winning van de Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen (PIDPA), het Water Productie Centrum Mol, wordt onder meer door grondwater en het kanaal gevoed. Het water wordt er tot op een diepte van circa 200m onder het maaiveld onttrokken en levert een winning op van circa 1.7 miljoen m<sup>3</sup>/jaar (Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005). De combinatie van de pompkegels van de freatische winningen (Databank Ondergrond Vlaanderen) met de Natura 2000-gebieden in Figuur 63 maakt duidelijk dat een groot deel van deze winningen dus vaak in of nabij Natura 2000-gebieden liggen. Veel van de vergunde Kempense waterwinningen hebben dus een impact op biodiversiteit.



*Figuur 62 Graad van bodemafdichting door bebouwing en wegen in (van boven naar onder) 1777, 1930 en 2010 (eigen verwerking van de Kabinetskaart van de Ferraris (1777) topografische kaart 1930 (NGI) en top10vGIS (NGI))*

115



*Figuur 63 Pompkegels van de freatische winningen met invloed van een peilddaling vanaf 50 cm (eigen verwerking van top10vGIS (NGI), de freatische winningen (Databank Ondergrond Vlaanderen) en de digitale versies van de Habitat- en Vogelrichtlijngebieden, MVG-LIN-AMINAL-Natuur, toestand 04/05/2001 en 17/07/2000 (OC GIS-Vlaanderen) en van de VEN en de natuurverwevingsgebieden die afgebakend zijn in de gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen (AGIV))*

De intensiteit van de wateronttrekkingen voor landbouw blijft een grote onbekende. In 1958 werd deze geschat op 5 m<sup>3</sup>/s als jaargemiddelde, in 1997 op een gemiddeld verbruik van 2.5 m<sup>3</sup>/s, op thans 6 m<sup>3</sup>/s. Niet alleen land- en tuinbouw onttrekt water uit de kanalen. Ook toerisme en recreatie

verbruiken een ongekend aandeel hiervan: voor het op peil houden van de talrijke visvijvers langs het kanalenstelsel en de verschillende waterplassen gebruikt voor onder andere zwemmen en zeilen. De aanwezige industrie in het Netebekken, voornamelijk gelegen langs het Albertkanaal, gebruikt nagenoeg 10% van de totale waterverbruik in Vlaanderen (exclusief koelwater) (De Sutter, 2002). Dit is dan wel grotendeels kanaalwater, maar de wateraanvoer uit het kanaal kent reeds problemen. Onder invloed van de klimaatverandering zullen deze problemen zeker niet verminderen.

Ook de bossen beïnvloeden de grondwateraanvulling. Zo is de gemiddelde jaarlijkse interceptie van regenwater door naaldbos (20-30%) in het algemeen groter dan voor loofbos (15-25%). Ongeveer de helft van de opgevangen neerslag verdampt weer (50%), een kleine helft infiltreert (45%) en zo'n 5% verdwijnt via rechtstreekse afvoer (Den Ouden et al., 2010). De zandbodem van de landduinen waarop de bosbestanden staan en de lage hellingsgraden zorgen voor een hoge infiltratiecapaciteit (Biro et al., 2011), maar de hoge verdampingsgraad is minder positief. Immers, hoe meer verdamping, hoe minder infiltratie en aanvulling van de grondwatertafel. Daarnaast zijn de monotone naaldbosbestanden gedomineerd door den, een lichte naaldhoutsoort die bij hogere temperaturen meer verdampt, waardoor de percolatie naar het grondwater afneemt (Droogers, 2007; Van Turnhout, 2008).

Naast landgebruik is ook de waterinfrastructuur een belangrijke factor. Zo zijn er infiltratieverliezen in het kanalenstelsel: voor de Kempense kanalen worden deze geschat op 0.00207 m<sup>3</sup>/s per km, voor het Albertkanaal op 0.00187 m<sup>3</sup>/s per km (Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005). Bovenop de historische erfenis van het slotencomplex voor het bevoelen van de wateringen werden eveneens in functie van de landbouw tap- en afwateringsgrachten voorzien voor drainage, wat de aanvulling van de grondwatertafel beperkt.

## **6.2 Over warme temperaturen en brandgevoeligheid**

De Kempen wordt vaak geassocieerd met een specifiek microklimaat. Zo kent de Kempen 's zomers dikwijls doorgaans de hoogste maxima in Vlaanderen. De ecoregio van de Kempen heeft in vergelijking met andere ecoregio's een vrij hoge gemiddelde maximumtemperatuur (13.7°C), vrij veel vorstdagen per jaar (82 dagen) en een gemiddeld aantal zonuren (1.594 uur). Specifieker voor het Centraal-Kempisch rivier- en duinendistrict is een iets hogere gemiddelde maximale temperatuur, iets meer zonuren en iets minder vorstdagen dan de oostelijker gelegen gebieden (Sevenant et

al., 2002). Een verklaring hiervoor ligt in de fysieke karakteristieken van de zandgronden. In vergelijking met bijvoorbeeld klei- of leembodems zijn zandgronden gekenmerkt door een grovere korrel, waardoor ze meer lucht bevatten en water gemakkelijker doorsijpelt naar de watervoerende laag. Bijgevolg capteren zandgronden minder vocht per volume-eenheid dan leem- en kleigronden en warmen ze ook sneller op.

De zandige bodemkarakteristieken bepalen dus het weinig gebufferde thermische regime in de Kempen, maar zijn niet het enige kenmerk van de Kempen dat van belang is. Ook heide en naaldbossen zorgen ervoor dat de Kempen een thermisch gevoeliger landschap is. Samen met een verwachte toename van zowel temperatuur als brandgevoelige droogteperiodes maakt dit brandgevoeligheid tot een belangrijk aandachtspunt in het licht van klimaatverandering. Zo wordt er een toename aan bos- en heidebranden verwacht, die op hun beurt bijdragen tot de toename in broeikasgassen (o.a. (Langmann et al., 2009; Andreae en Merlet, 2001; Miranda et al., 1994)). Tegelijkertijd zijn bossen ook belangrijke vastleggers van koolstof en een kostenefficiënte manier om aan klimaatmitigatie te werken (o.a. Couture en Reynaud, 2011).

De monocultuur naaldbosbestanden op drogere zandgronden en de heidebestanden zijn bijzonder brandgevoelig. Door hun harsen en etherische oliën vatten naaldbossen snel vuur en laten ze een snelle verspreiding van vlammen toe (o.a. (Hazebroek, H. en Helsloot, I., 2001; Boosten et al., 2009; Graham et al., 2004; OBV, 2007; Wijdeven et al., 2006)). Daarnaast zijn naaldbossen ook de enige bosbestanden waar in onze streken kronenvuur kan voorkomen, een zich snel verspreidende brand in de kronen van bomen (Stuiver en Verbesselt, 2010) die een brand onbeheersbaar maakt (Boosten et al., 2009). Het uitgebreid literatuuronderzoek naar belangrijke factoren en indicatoren van brandgevoeligheid van naaldbosbestanden is summier samengevat in Tabel 9.

Droge heide is een risicovol vegetatietype voor het ontstaan van brand. Hoewel struikheide (*Calluna*) en dopheide (*Erica*) het hele jaar door brandgevaarlijk zijn, bestaat het grootste risico op ontbranding tijdens droge perioden. Vergrassing van heide met pijpenstrootje (*Molinia arundinacea*) en buntgras (*Corynephorus canescens*) verhoogt het ontbrandingsrisico, zeker bij verdorring in het vroege voorjaar of de late zomer. Zowel gras als heide kunnen zeer snel vocht opnemen en afstaan wat het ontstaan van een brand bevordert (Hazebroek, 2001). Blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*) levert het grootste ontbrandingsrisico tijdens de herfst bij het verdorren van de bladeren. Eens in brand zorgen brem (*Cytisus scoparius*) en gaspeldoorn (*Ulex europaeus*) voor een hoger escalatierisico (voortplantingssnelheid en

vuurintensiteit) omwille van wasachtige stoffen in de twijgen (Boosten et al., 2009). Het vuur kan zich gemakkelijk voortplanten doorheen de heide en er bestaat een risico op vliegvuur, waarbij de wind door het verspreiden van brandend materiaal het vuur over grote afstanden kan verplaatsen (Boosten et al., 2009).

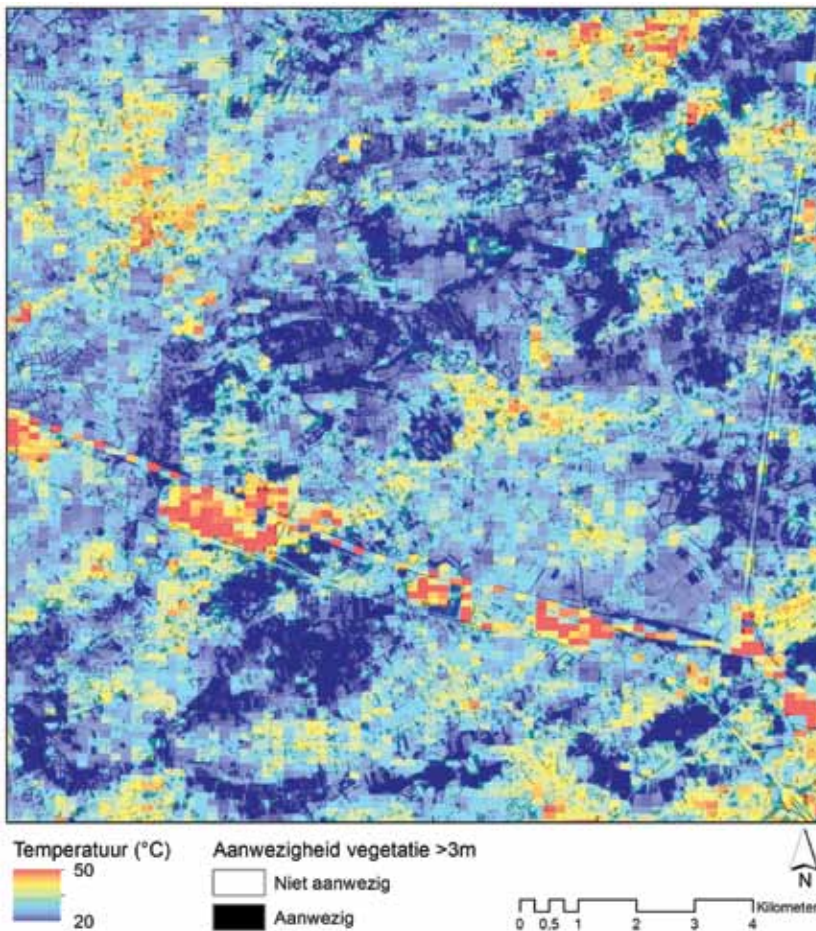
De belangrijkste oorzaken van vegetatiebranden zijn echter vandalisme en brandstichting: in Nederland zou 40% (Boosten et al., 2009) tot 70% (LVN, 2008) van alle bosbranden aangestoken zijn. Er is een sterke link met recreatie, hoewel recreatie op zich ook zorgt voor sociale controle wat het eerder ontdekken en sneller bestrijden van branden mogelijk maakt. Bosbeheer legt de nadruk voornamelijk op preventieve maatregelen tegen brand, hoewel het nauwelijks mogelijk is om het ontstaan van een bosbrand te voorkomen (Den Ouden et al., 2010). Het bosbeheer richt zich dan ook vooral op het voorkomen dat een brand uitgroeit tot een moeilijk bestrijdbare bedreiging.

Effect	Hoofdfactor	Factor	Indicator
Brand	Brandstof	Kruidlaag	Aanwezigheid begroeiing Bedekkingspercentage
		Dood hout	Aanwezigheid dun dood hout Hoeveelheid
		Verticale gelaagdheid	Aanwezigheid struiklaag Bedekkingspercentage
		Sluitingsgraad	Sluitingsgraad
		Naaldhoutfractie	Naaldhoutfractie
		Soorttolerantie	Grondvlakverdeling
	Ontstekingskans	Fysieke toegankelijkheid	Padendichtheid (m/ha)
		Recreatiedruk	Recreatiedruk Lengte uitgestippelde recreatieroutes/ha

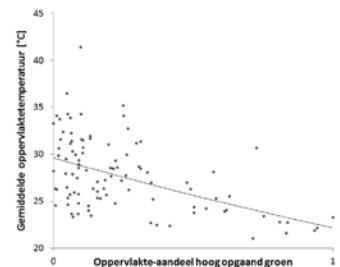
Tabel 9 Voorstelling van indicatoren van brandgevoeligheid ((Grieten, 2011) in kader van CcASPAR)

Opgaand groen is gekend voor verkoelende effecten, zo ook bossen. Schaduwwerking, evapotranspiratie en natuurlijke ventilatie zijn enkele redenen hiervoor (House-Peters en Chang, 2011; Williams et al., 2012). Figuur 64 combineert het hoog opgaand groen (hoger dan 3 meter) uit de Groenkaart (AGIV, 2011) met de thermische band van een Landsat 5 satellietbeeld. De bossen en valleien vallen duidelijk samen met de koelste oppervlaktetemperaturen, net als de meer open plekken nabij stedelijke gebieden zoals ten westen van Mol. De warmste plaatsen zijn met

voorsprong de industriegebieden langs het Albertkanaal waar temperaturen tot over 50°C verschijnen in het geanalyseerde satellietbeeld, maar ook de stedelijke kernen worden gekenmerkt door hogere temperaturen. Wanneer we voor 100 segmenten van 120m op 120m, random verspreid over het gebied, de gemiddelde temperatuur en het oppervlakteaandeel hoog opgaand groen (hoger dan 3m) samen bekijken, is het duidelijk dat plaatsen met de lagere temperaturen gekenmerkt zijn door een hoog aandeel opgaand groen (Figuur 64). De effecten zijn veeleer beperkt tot de plaats zelf en onmiddellijke omgeving. De resultaten wijzen er wel op dat thermisch extreme temperaturen gemanipuleerd kunnen worden door het aanbrengen van voldoende vegetatie en het werken aan een landschapsstructuur waarbij de relatief koele locaties hun verkoelend effect kunnen ventileren naar minder koele plekken in de buurt.



Figuur 64 Combinatie van het opgaand groen hoger dan 3m uit de Groenkaart (AGIV, 2011) en de oppervlaktetemperatuur afgeleid van het Landsat 5 satellietbeeld (identificatiecode GLOVIS: LT51980242009182MOR00, spectraalband 6 (band 10.4 - 12.5  $\mu\text{m}$ ), opnamedatum 01 juli 2009, Greenwich Mean Time 10:22 (onze zomertijd 12:22), resolutie 120 meter)



Figuur 65 Verband tussen de oppervlaktetemperatuur en het oppervlakteaandeel hoog opgaand groen (>3m): hoe meer opgaand groen aanwezig is, hoe lager de oppervlaktetemperatuur.

### 6.3 Kempen, een klimaatbuffer voor Vlaanderen?

De verhoogde kans op overstromingen in natte klimaatscenario's, de daling van de grondwateraanvullingen in droge klimaatscenario's en het huidige overstromingsregime in dicht bevolkte gebieden, geven de noodzaak aan van een ruimtelijke planning in de Kempen die vertrekt vanuit het watersysteem. Het is duidelijk dat grondwateraanvulling door infiltratie en retentie van cruciaal belang is en dat de Kempen beschouwd kan worden als hét waterwingebied voor Vlaanderen. Willen we deze potentie van de Kempen ten volle benutten, moeten er eerst oplossingen gezocht worden voor een waaier aan problemen. De streek van Geel-Bel is geschikt om al ontwerpend te onderzoeken hoe de Kempen zijn functie als voornaamste waterwingebied in Vlaanderen kan uitbouwen en versterken in functie van de huidige noden, rekening houdend met klimaatveranderingen.

Zo zijn er een aantal voorwaarden voor kwalitatieve infiltratie (4.5.2 onderdeel Ruimtelijke differentiatie in het belang van infiltratie voor grondwateraanvulling) vervuld: infiltratie op de landduinen bouwt een hydrostatische druk op, terwijl de grondwatertafel onder de landduinen relatief diep onder het maaiveld zit. Daarnaast kent Geel-Bel een lagere bebouwingsgraad in vergelijking met het stroomafwaarts gebied. Het is net in de bovenstroomse gebieden dat er nog ruimte is voor water. Het is ook een tussengebied dat bron noch monding bevat. Het uitgekozen gebied sluit aan op het Sigmaplan dat gericht is op grootschalige overstromingen. In Geel-Bel willen we op zoek gaan naar antwoorden op de watervraag en op de vele kleinere overstromingen in de bovenstroomse gebieden. Het huidig landgebruik en de bestaande waterinfrastructuur zijn hierbij uitgangspunten. Om landbouw in de valleien mogelijk te maken heeft men in het verleden een dicht netwerk van leigrachten voor drainage aangelegd. Landbouw in zijn huidige vorm zal met de klimaatverandering nog meer moeten inzetten op zowel irrigeren als draineren. De naaldbossen beperken de potentiële waterinfiltratie omwille van hun hoge interceptiegraad en verwacht wordt dat de brandgevoelige naaldbossen zullen leiden tot meer bosbranden.

Ruimtelijke veranderingen zijn echter niet zo eenvoudig. De Kempen – zoals besproken in het vorig hoofdstuk – kent diverse actorengroepen, gebruikers en wetgeving, en in het bijzonder een sterke streekidentiteit. Wijzigingen die nodig zijn voor een betere waterhuishouding zullen soms radicale wijzigingen vragen aan het Kempens landschap. De zoektocht naar een compromis tussen een maximale functionaliteit van het watersysteem en transformaties naar nieuwe landschappen met respect voor de regionale en lokale streekidentiteit vormen een grote uitdaging. In volgend hoofdstuk gaan we hier dieper op in.



## Hoofdstuk 7      Klimaat en identiteit in de Kempen

*Valerie Dewaelheyns, Pieter Foré*

Doorheen het ontwerpend onderzoek werd snel duidelijk dat ‘landschaps-identiteit’ een belangrijk gegeven is in de Kempen. Zo roept de Kempen bij velen een connotatie op met naaldbossen en heidevelden. Het landschapsteam van de provincie Antwerpen gaat door middel van een participatief proces op zoek naar de herwaardering van landduinen en de Bosgroep Zuiderkempen vzw zoekt samen met omwonenden naar een passend scenario voor de vele dennenbossen in de Kempen in privébezit.

Een landschapsidentiteit wordt opgebouwd vanuit de waardering, herkenning en beleving van beeldbepalende landschappelijke structuren (Stewart et al., 2004; Jacobs, 2002; Selman, 2006). Het begrip ‘identiteit’ is in ons verhaal zeer sterk gestoeld op de fysische kenmerken. In dit hoofdstuk geven we een analyse van een aantal belangrijke identiteitsbepalende landschapselementen in het casusgebied. Inzichten in de geschiedenis van actoren in relatie tot het socio-ecologisch functioneren (Hoofdstuk 5) en de klimaatuitdagingen (Hoofdstuk 6) worden dus verder aangevuld vanuit het identiteitsgegeven.

121

### 7.1      Regionale identiteit van de Kempen

In vergelijking met de volledige Kempen zijn naaldbossen en heide niet zo sterk aanwezig in de streek van Geel-Bel. Desondanks vormen beide elementen nog een belangrijk deel van het landschapsbeeld. Ook de vele infrastructuurwerken hebben in de loop van de geschiedenis de Kempen sterk vorm gegeven, gaande van de vele netwerken aan kleine bevoeiingsloten tot grootschalige kanaal- en weginfrastructuren en bijbehorende industrie.

#### 7.1.1      De Kempense naaldbossen

De Kempense naaldbossen, gedomineerd door dennen, zijn veeleer een relatief jong landschappelijk gegeven als gevolg van een cascade aan beleidskeuzes, telkens gestoeld op bevolkingstoename en bijhorende stijging van de vraag naar landbouwproducten en hout als grondstof (Van Acker, 2011). Samen met de Ardennen is de Kempen het enige gebied in Vlaanderen dat nu dichter bebost is dan in het midden van de 18<sup>de</sup>



*Figuur 66 (boven) Het gekende Kempens landschapsbeeld: naaldbossen op stuifduinen. (onder) Opnieuw ruimte gemaakt voor heide-ontwikkeling door Natuurpunt*

*“Weinig mensen kunnen zich een Kempische Heuvelrug zonder Grove den voorstellen. Niet zozeer het economische aspect speelt hier een rol, maar vooral de cultuurhistorische en recreatieve aspecten van de naaldbossen worden als zeer belangrijk beschouwd.”*  
(Vereniging Bos in Vlaanderen, 2006)

eeuw (Tallier, 1999). De historiek van de huidige naaldbosbestanden begint bij de ontginning van gemene gronden. Doorheen de geschiedenis geboden verschillende edicten en verordeningen het opnemen van het heidelandschap en de woeste gronden in het economisch functioneren: het edict van 14 september 1617 door aartshertogen Albrecht en Isabella, de verordening van 1777 door Maria-Theresia, het Boschwetboek van 1854 en de wet op de ontginning van woeste gronden van 1847. De doorgevoerde ontginningen leverden vooral nieuwe dennenbossen op: omwille van de grote vraag naar hout vanuit de mijnindustrie en hun gemakkelijk beheer waren dennenbossen zeer populair bij de vele kleine privé-eigenaars (Van Acker, 2011).

De ontginning van de woeste gronden, waarbij tweederde door de anonieme en lokale landbouwer gebeurde, droeg sterk bij tot de huidige versnippering en het geprivatiseerd karakter van het ‘natuurlijke’ landschap. Van de 1.285 ha aan bosbestanden in de gemeente Geel is 97% in handen van kleine privé-eigenaars. De gemiddelde oppervlakte van leden van de bosgroep Zuiderkempem vzw is zo’n 2 ha. Ook voor Balen, Meerhout en Mol zijn de bossen met eigendomscijfers van respectievelijk 91%, 97% en 94% in privaat eigendom. Gesprekken met bouseigenaars en omwonenden geven duidelijk aan dat de naaldbossen zeer sterk bepalend zijn voor het landschapsbeeld van de Kempen. De omwonenden zelf geven aan dat ze erin opgegroeid zijn, dat dennen mooie bomen zijn die altijd groen blijven en dat ze instaan voor zuurstofproductie. Ze zijn emotioneel gebonden aan de dennen en ‘geruchten’ dat de overheid alle dennen wil laten verdwijnen lokken vaak spontane tegenreacties uit. Zo veroorzaakte de omvorming van naaldbosbestanden naar heide in Geel-Bel door Natuurpunt in het voorjaar van 2011 heel wat reacties van buurtbewoners.

### 7.1.2 Heide

Het zeer oude halfnatuurlijke heidelandschap is gevormd als onderdeel van het traditionele landbouwsysteem (De Blust, 2012) (zie 5.2). De heidevelden werden beschouwd als een gemene bron van bestaan, gebaseerd op een familiale overlevingseconomie, en kregen verschillende gebruiksrechten toegekend. Zo waren de landbouwgerelateerde gebruiksrechten begrazen, maaien en kappen en plaggen nauw verweven met intensieve veeteelt. Andere gebruiksrechten waren het steken van turf in de vochtige heide als brandstof (Kinsbergen, 1991), klei voor bakstenen en leem en zand voor woningbouw (Verboven et al., 2004). Deze veelheid aan gebruiksrechten leidde tot specialisaties. Zo werd er niet begraaasd waar turf gestoken werd, werd de natte heide geplagd en kapping gebeurde op de drogere stukken met zandverstuivingen. Het resultaat was een



gecompartimenteerd landschap waarin de vegetatie verschildte naargelang de toegepaste gebruiksrechten (Verboven et al., 2004).

Deze woeste gronden zijn steeds een soort van een buffer geweest in moeilijke tijden: bij nood aan voedsel werden de woeste gronden gescheurd en gecultiveerd. Deze bufferfunctie werd gestuurd vanuit het beleid met dezelfde edicten en verordeningen die de verschillende bebouwingen geleid hebben.

### 7.1.3 Infrastructuren

De analyse van de watergerelateerde infrastructuur in de Kempen kwam reeds eerder aan bod. Waar de bevoeding van de arme en zure zandbodems met kalkrijk Maaswater de hoofddoelstelling was voor de aanleg van de Kempense kanalen, werd transport de belangrijkste functie van het gerealiseerde kanalennetwerk. Aangevuld met de aanleg van de IJzeren Rijn zorgde de transportinfrastructuur samen met een beperkte milieureglementering voor de aantrekking van (vaak sterk vervuilende) industrieën. Het Albertkanaal, in gebruik genomen in 1949, maakte via het water de verbinding tussen de haven van Antwerpen en het Luikse industriegebied. Hieruit ontstond uiteindelijk het Economisch Netwerk Albertkanaal. Vandaag vormt de zone door zijn ruimtelijk samenhangend netwerk nog steeds een belangrijke ontwikkelingszone voor regionale economie. Al deze infrastructuur werden deels met het landschap, deels dwars op het landschap gepland. Zo lopen het Albertkanaal en het kanaal Dessel-Kwaadmechelen dwars doorheen de vallei van de Grote Nete.

123

## 7.2 Landschap van de Grote Nete rond Geel-Bel

Het landschap nabij de Grote Nete ter hoogte van Geel-Bel is kenmerkend en illustratief voor de landschapontwikkeling van de regio (Van der Veken et al., 2010). Het wordt gevormd door de vallei van de Grote Nete, paraboolduinen, planmatige ontginningen, bossen met heiderestanten en kleine landschapselementen.

### 7.2.1 Vallei van de Grote Nete

Binnen het casusgebied zit de Grote Nete in haar middenloop en kent ze een meanderend karakter. Grote delen van de valleien van de Netes waren in vroegere tijden natte wildernissen in eigendom van de Hertog van Brabant. Dorpen in de Kempen kregen in 1331 toestemming van de hertog om de valleien te ontginnen. Eerst werd elzenbos gekapt om schapen te kunnen hoeden, opgevolgd door de aanleg van beemden of

hooilandpercelen voor het voederen van koeien op stal, afgebakend met rijen van elzenbomen. De schapen moesten hierdoor op de armere heidegronden gaan grazen (De Backer en Geudens, 2009). Tegenwoordig bestaat de vallei van de Grote Nete uit een gesloten landschap met een dicht netwerk aan kleine landschapselementen. In westelijke richting wordt het landbouwgebruik intensiever. Naast (half) natuurlijke biotopen, overwegend monotone bosbestanden en plaatselijke heiderelicten komen er ook veel populierenbestanden voor. In het Bels Broek, ter hoogte van Geel-Bel en Meerhout, wordt de vallei sterk gestructureerd en geprivatiseerd door talrijke visvijvers en bijbehorende huisjes voor weekendrecreatie (De Haan, 2011).

### 7.2.2 Geel-Bel

Als typisch straatdorp is Geel-Bel ontstaan op de scheidingslijn van de valleien van de Molse en de Grote Nete. Rondom de bebouwing lagen de gemeenschappelijke gronden, met de akkers het dichtst bij het dorp en de bossen, weilanden en gemeenschappelijke heide verderop ten zuiden (De Haan, 2011; VLM, 2003). Door het verplaatsen van de grazende schapen van de gemeenschappelijke weilanden naar de armere heidegronden kon de heide niet evolueren tot bos.

### 7.2.3 De Belse es: het 'Bels Veld'

Het 'Bels Veld' net ten zuiden van het dorp behelst de akkers op hoger gelegen zandgronden die door bemesting geschikt gemaakt werden voor landbouw. De gemeenschappelijke akkers van het Bels Veld zijn nog grotendeels behouden als landbouwgrond (Verboven et al., 2004; VLM, 2003).



*Figuur 67 (van links naar rechts) De Grote Nete, visvijvers weekendhuisjes in Geel-Bel*

#### 7.2.4 Stuifduinen en vennen

Ten zuiden van het Bels Veld ligt de paraboolduin van Asbergen, één van de vele stuifduinen in het gebied en grotendeels bebost met grove den (*Pinus sylvestris*) en Corsicaanse den (*Pinus nigra var. Corsicana*). Stuifduinen zijn gevormd door plaatselijke zandmigraties en verstuiwingen, en zijn kenmerkend voor de Zuiderkempen (De Backer en Geudens, 2009). Na de laatste ijstijd veranderde de dominante windrichting van noordoost naar zuidwest, waardoor de aanvoer van vers dekzand stilviel. Op plaatsen waar dekzanden een tamelijk grote dikte hadden, bliezen zuidwestenwinden de dekzanden bij elkaar tot landduinen en oostwest gerichte dekzandruggen. Waar uitwaaiing van de dekmantel tot op de watertafel ging, ontstonden vennen, als plaatselijke depressies waar regen- en oppervlaktewater stagneerde (Van der Veken et al., 2010). Vennen zijn belangrijk omwille van hun natuurwaarde en watercaptatie. Zo is de Duivelskuil, gelegen in Volmolen, een vengebied van een uitzonderlijk hoge natuurwaarde.

Paraboolduinen konden enkel ontstaan door de combinatie van begroeiing met grassen en struiken met het wegblazen van zand uit lager gelegen delen, die tot rust kwamen tegen de begroeiing (De Backer en Geudens, 2009). In de strijd tegen zandverstuiving werden verschillende middelen ingezet: het afbakenen van kwetsbare gebieden, afschaffen van gebruiksrechten in gebieden gevoelig voor instuivend zand en het aanplanten van een houtwal met berk en eik op de grens tussen heide en akkerareaal (Verboven et al., 2004). Zo'n houtwal hield ook de dieren van de akkers en in de weilanden. Het Belse Veld was bijvoorbeeld volledig omzoomd door een houtwal met onder meer zomereik, sporkehout en wilg. Alhoewel grotendeels verdwenen, is deze houtwal op sommige plaatsen nog te herkennen in het landschap aan de hand van zomereik (Berten et al., 2000; Verboven et al., 2004; VLM, 2003; Bauters et al., 2011).

125



Figuur 68 Geel-Bel: (van links naar rechts) de parabool van Asbergen, de Duivelskuil, een hangven

### 7.2.5 Belse heide

De Belse Heide is een deflatiekom van de Asbergse paraboolduin. De eerste ontginningen van heidegronden vanuit Geel-Bel voor inschakeling in de voedselproductie gebeurden in de loop van de 18<sup>de</sup> eeuw. De Belse Heide werd omgezet naar akker en natte grasland volgens een dambordpatroon met stroken van ongeveer 400 bij 400 meter die afgebakend werden door houtkanten, wegen en leigrachten, zoals de Belse Heideloop. Deze leigrachten moesten in eerste instantie de akkers voorzien van water vanuit de Grote Nete, waarop er stroomafwaarts een stuw was gebouwd. Bij hevige neerslag had het grachtensysteem een waterafvoerende functie (VLM, 2003; De Haan, 2011; Berten, 2000). Door het rechte trekken van de Grote Nete in 1960 ter bevordering van de waterafvoer ontwaterden de omliggende gronden van de Belse Heide zeer sterk (De Haan, 2011; Berten, 2000). Op de Belse Heide komen er op bepaalde plaatsen nog relictten voor van de vroeger aanwezige kwelvegetatie, voornamelijk langs de grachten en de perceelsranden (Batelaan, 2002) en ontstaan door de infiltratie van insijpelend regenwater in de duinruggen (VLM, 2003).



*Figuur 69 De Belse Heide met de paraboolduin van Asbergen in de achtergrond*

## 7.3 Landschapsverandering als proces

Landschapsidentiteit kan een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van een visie op landschapsverandering. Met het oog op een draagkrachtig ruimtelijk beleid met betrekking tot klimaatverandering biedt de integratie van herkenbare landschappelijke componenten belangrijke voordelen met het oog op herkenning van, vertrouwdheid met en sociale betrokkenheid bij een bepaalde plek.

Ingrijpende landschapsveranderingen zijn mogelijk mits een goed participatief proces waarbij omwonenden mee kunnen groeien in de ontwikkeling van een visie op een landschappelijke verandering. Dit bleek uit ervaringen van de bosgroep Zuiderkempen vzw: na een eerste tegenkanting besloten omwonenden na een participatief proces zelf dat de voorgestelde bosomvormingen een goede oplossing zijn. Zo beschouwd vormt het landschap een meerlagig, integrerend kader dat een veelzijdig antwoord mogelijk maakt op complexe uitdagingen zoals de klimaatverandering (Selman, 2006).

## Hoofdstuk 8      Naar een klimaatbestendig Kempen

*Pieter Foré, Valerie Dewaelheyns, Sylvie Van Damme, Christine Van Roste*

De voorgaande hoofdstukken hebben inzicht gegeven in de ontwikkelingsgeschiedenis van de Kempen, de klimaatuitdagingen en de relatie tussen identiteit en landschap. Deze bevindingen vormden de basis van het ontwerpend onderzoek, waarbinnen de uitwerking van verschillende ideeën geleid heeft tot een aantal bevindingen over mogelijke toekomstige ontwikkelingspaden naar een klimaatbestendige Kempen.

### 8.1      Van CASCO naar CcASCO: Two Structure Landscape

Klimaatverandering maakt ons meer en meer bewust van de noodzaak om ruimtelijke ontwikkeling opnieuw te koppelen aan het fysisch systeem en de bestaande ruimtelijke structuren. Terwijl de impact van menselijke ontwikkelingen op het landschap oorspronkelijk eerder beperkt was, werden ruimtelijke ontwikkelingen gaandeweg meer en meer gestuurd door infrastructurele ontwikkeling. In deze technocratische visie wordt de rol van het landschap ondergeschikt aan economische wetmatigheden, waardoor ruimtelijke (her-) ordening vervreemdt van 'land' als een eindige hulpbron. Aan een dergelijke groei zijn echter grenzen: land als natuurlijke hulpbron is en blijft eindig.

Wanneer we de rol van het landschap als een interactie tussen natuurlijke en menselijke factoren herwaarderen, moeten we opnieuw op zoek gaan naar goede verhoudingen tussen natuurlijke en menselijke activiteiten. De vraag is dan: wat kan in de toekomst de rol zijn van het landschap als we de functies die haar historisch ontnomen zijn (energieproductie, brandstof, waterbuffering, voedselproductie) opnieuw introduceren, rekening houdend met nieuwe maatschappelijke noden?

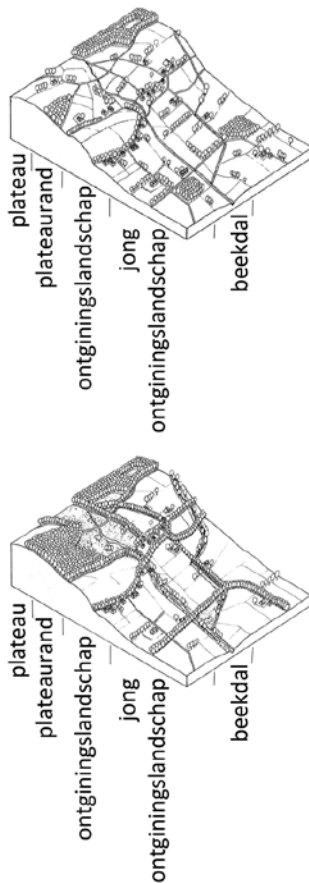
In dit ontwerpend onderzoek zit de kracht van een adaptatievisie op grotere schaal in het behouden van de twee types van ruimtelijke structuren – natuurlijke en infrastructurele – die het landschap van de Kempen vorm geven (*TWO types of STRUCTURES*). In het licht van klimaatverandering wordt er echter tegelijkertijd ruimte voor onzekerheid gemaakt door de invulling ervan flexibel en in variabel in de tijd te maken (*TO STRUCTURE the landscape again*).

*Figuur 70 TWO types of STRUCTURES: infrastructureel - industrieel versus historisch - agrarisch (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))*





Figuur 71 Conceptschets CASCO  
(Boogert, 1991)



## TWO STRUCTURES + TO STRUCTURE = TwO STRUCTURE LANDSCAPE

Geïnspireerd door het CASCO-concept (Sijmons en Sijmons, 1991; Lörzing, 1982) werken we voor de Kempen het climateCASCO of CcASCO uit. Continuïteit in de landschappelijke evolutie is mogelijk door het behouden van de landschappelijke hoofdstructuur. De flexibiliteit van invulling (ook van de functies) laat toe om in te spelen op (klimaat-)noden van het moment. In tegenstelling tot in het oorspronkelijke concept, waar natuur vanuit een protectionistische en sectorale visie beschouwd wordt als een laag dynamische functie, wordt ze hier als een sterke adaptieve drager van het landschap gezien. De invulling ervan kan uiteraard niet volledig vrijgelaten worden. Belangrijk bij een ecosysteemgebaseerde benadering is immers te vertrekken vanuit bovensectorale doelstellingen, waarbij het functioneren van een kwalitatief fysisch systeem de toetsing vormt. Teneinde aan de grote ruimtedruk tegemoet te komen, wordt er bovendien gezocht naar ruimtelijke synergieën tussen diverse doelstellingen.

### 8.2 ‘Het Waterrijk Kempen’

Om voldoende debiet in onze Vlaamse rivieren te behouden, werd er ruimtelijk onderzocht hoe het watersysteem versterkt kan worden in bovenstroomse gebieden (zie 6.3). Binnen het ontwerpend onderzoek voor de Kempen zetten we in op de rol van het gebied als waterbuffer van regionaal (Kempen) en bovenregionaal (Vlaams) belang. Toponiemen zoals Bels Broek en Torfven verwijzen nu al naar aanwezige mogelijkheden voor de retentie van grondwater in het gebied. We verkennen hoe de aanvulling van de grondwatertafel door structurele aanpassingen verbeterd kan worden,

Figuur 72 Casusgebied Kempen als deel van de Vlaamse watercaptatie- en -infiltratiegebieden en als schakel tussen de natuurgebieden in het Kempens Plateau en de verstedelijking van de Vlaamse Ruit  
(eigen verwerking van CORINE landcover en top10vGIS kaart (NGI))

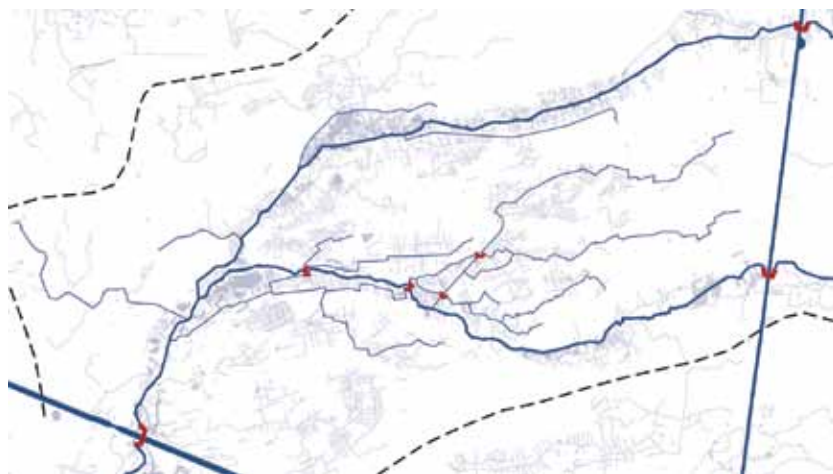


waardoor het gebied als een imposante spons kan werken om droogteperiodes te overbruggen. Deze versterking van het watersysteem kan bovendien bijdragen aan een verhoogd potentieel voor natuurontwikkeling en aan een verhoogde beschikbaarheid van water voor de industrie langs het Albertkanaal. De bestaande landschappelijke structuur vormt hierbij de vertrekbasis.

### 8.2.1 Watersysteemgebaseerde planning

De Kempen kent van oudsher een mozaïek aan landschappelijke eenheden die sterk bepaald worden door hun hydrologische kenmerken. Het dikke zandige bodempakket zorgt voor een snelle verdroging van hoger gelegen duingronden en creëert – door een grote kwelwerking en grote buffercapaciteiten – tegelijkertijd vochtige tot natte omstandigheden in valleigebieden en hangvennen. Om de Kempen landbouwkundig rendabel te maken werd het watersysteem doorheen de tijd herhaaldelijk aangepast en vernieuwd. Hangvennen en duinpannen werden drooggelegd, terwijl gelijktijdig hooilanden bevoeid werden met kalkrijk water uit de rivieren of kanalen (zie Figuur 58). De uitbouw van het grachtenstelsel in combinatie met moderne landbouwtechnieken en nieuwe teelten heeft echter geresulteerd in een snellere afvoer en verhoogde opname van neerslagwater. Daarnaast zijn ook de rechte trekking en de verhoogde afvoercapaciteiten van de Netevallei en de hoge graad van bodemafdichting (ondoorlatend worden van de bodem omwille van bebouwing, wegen en andere verhardingen) verantwoordelijk voor de reductie van het waterbufferend en -capterend vermogen van de Kempen. Momenteel worden de grachten gebruikt om de landbouwgronden te draineren. Omdat hun waterpeil lager ligt ten opzichte van het waterpeil in de Nete is er kwel vanuit de Nete in de richting van de langsgrachten.

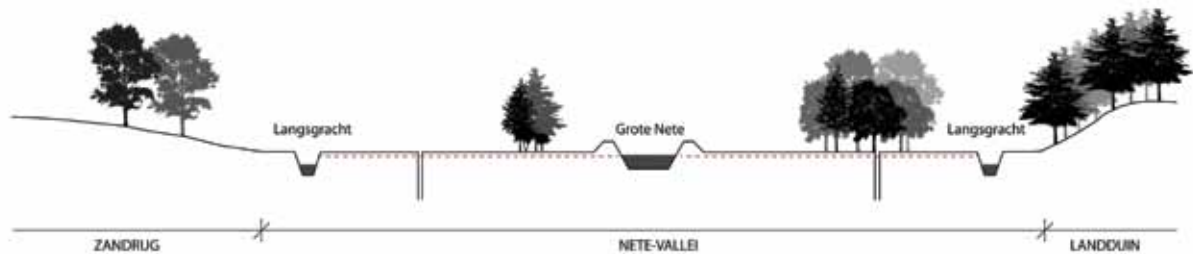
Daarnaast is er de uitbouw van het Economisch Netwerk Albertkanaal, die zorgt voor een fysieke breuk in het gebied. De grote watervraag van



*Figuur 73 Langsgrachten – evenwijdig lopend aan de Grote Nete – zorgden historisch voor bevoeiing. Later werden deze bevoeiingsystemen omgevormd tot draineringsgrachten. Via waterbouwkundige technieken, zoals syfons onder de Grote Nete en het verleggen van het inlaatpunt van de gracht tot honderden meters stroomafwaarts, werd het mogelijk om de duinpannen om te vormen tot voor akkerbouw geschikte gronden. De grotere gravitaire afwatering zorgde wel voor een betere drainage van bovenstroomse gebieden, maar zorgde voor een grotere droogtegevoeligheid (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))*

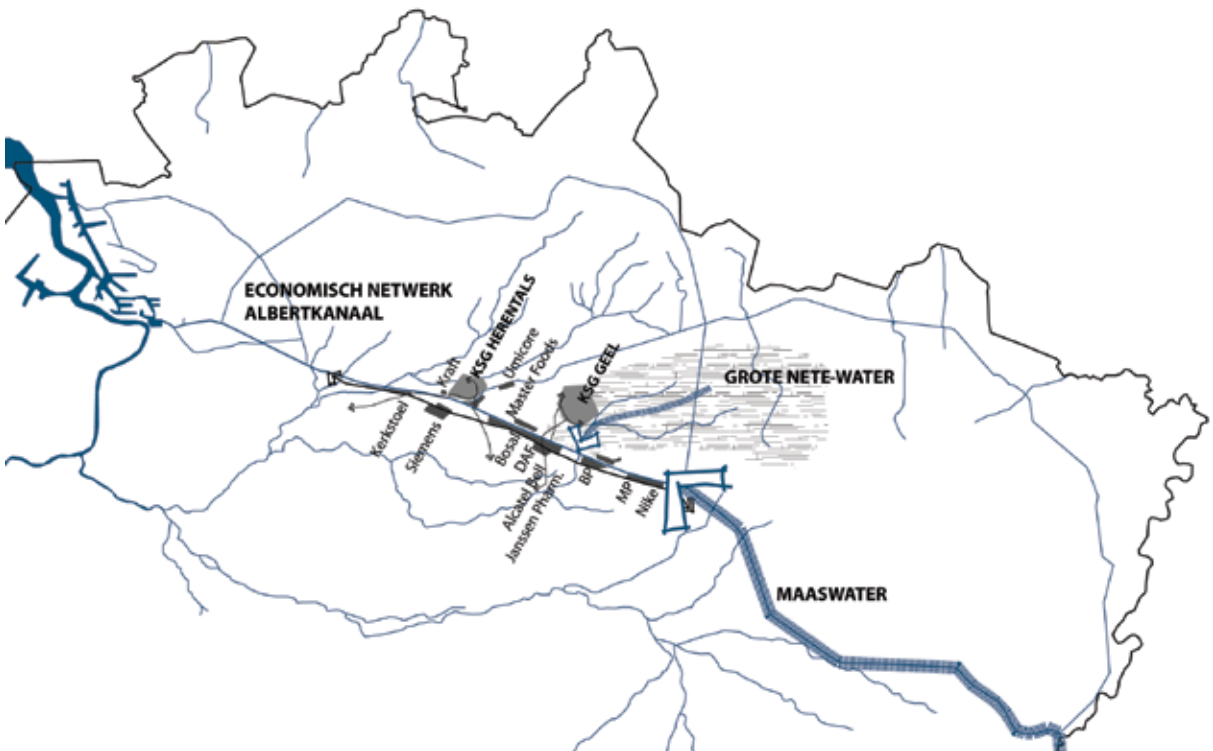


Figuur 74 (links) Kabinetskaart van de Ferraris (1777): evenwijdig langs de Grote Nete bevindt zich een langsgracht, vermoedelijk in functie van bevoeiing van de hooilanden, (rechts) 2012: de historische langsgracht wordt gebruikt om hogerop gelegen gebied te draineren. (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))



Figuur 75 Profiel doorheen de Netevallei

130



Figuur 76 Waterbevoorrading vanuit de Maas en de Grote Nete (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI) en de nadere uitwerking Economisch Netwerk Albertkanaal (Lauwers et al., 2003))



de aanwezige industrie in combinatie met een verminderde waterbeschikbaarheid in zomermaanden leidt momenteel al tot problemen van waterbevoorrading. Deze problemen zullen toenemen door klimaatverandering.

In deze visie wordt de Netevallei uitgebouwd als een veerkrachtige groenblauwe waterbuffer. Momenteel streven organisaties zoals Natuurpunt en diverse beleidsinstrumenten, zoals Habitatrichtlijngebieden en VEN-gebieden, er naar om de Grote Nete uit te werken als structuurdragende natte natuur. We kunnen er van uit gaan dat de Netes hierdoor zullen uitgroeien tot een groenblauwe structuurdragende ader van regionaal belang. In functie van klimaatadaptatie wordt in dit ontwerpend onderzoek de functie van de Netevalleien als watercaptatie- en -buffergebied verder uitgediept. De kerngedachte is om een groter potentieel aan 'bronnen' te voorzien voor de watervragende industrieën en drinkwatermaatschappijen. Niet enkel het Albertkanaal functioneert dan als waterbron, maar ook de Grote Nete zou kunnen bijdragen aan de waterbevoorrading, net zoals de

*Figuur 77 Boven: Met een invulling als natte natuur in een hele reeks aan beleidsdocumenten en een actief grondwervingsbeleid van o.a. Natuurpunt zullen de Nete-valleien hoogstwaarschijnlijk uitgroeien tot een groenblauwe structuurdragende ader van regionaal belang. Linksonder: beïnvloedde gebieden bij het doorknippen van de langsgrachten Rechtsonder: herbestemde agrarische gebieden in AGNAS. Bij uitwerking van de Netevalleien als natte natuur zullen enkel grote en blijvende dure kunstgrepen de bestaande landbouwproductiviteit en landgebruik in stand houden. (eigen verwerkingen van Google Earth; top10vGIS kaart (NGI); digitale versie van de Habitat- en Vogelrichtlijngebieden, MVG-LIN-AMINAL-Natuur, toestand 04/05/2001 en 17/07/2000 (OC GIS-Vlaanderen); de digitale versie van de VEN en de natuurverwevingsgebieden die afgebakend zijn in de gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen (AGIV); afbakening van de AGNAS gebieden (Departement Ruimtelijke Ordening, 2010))*



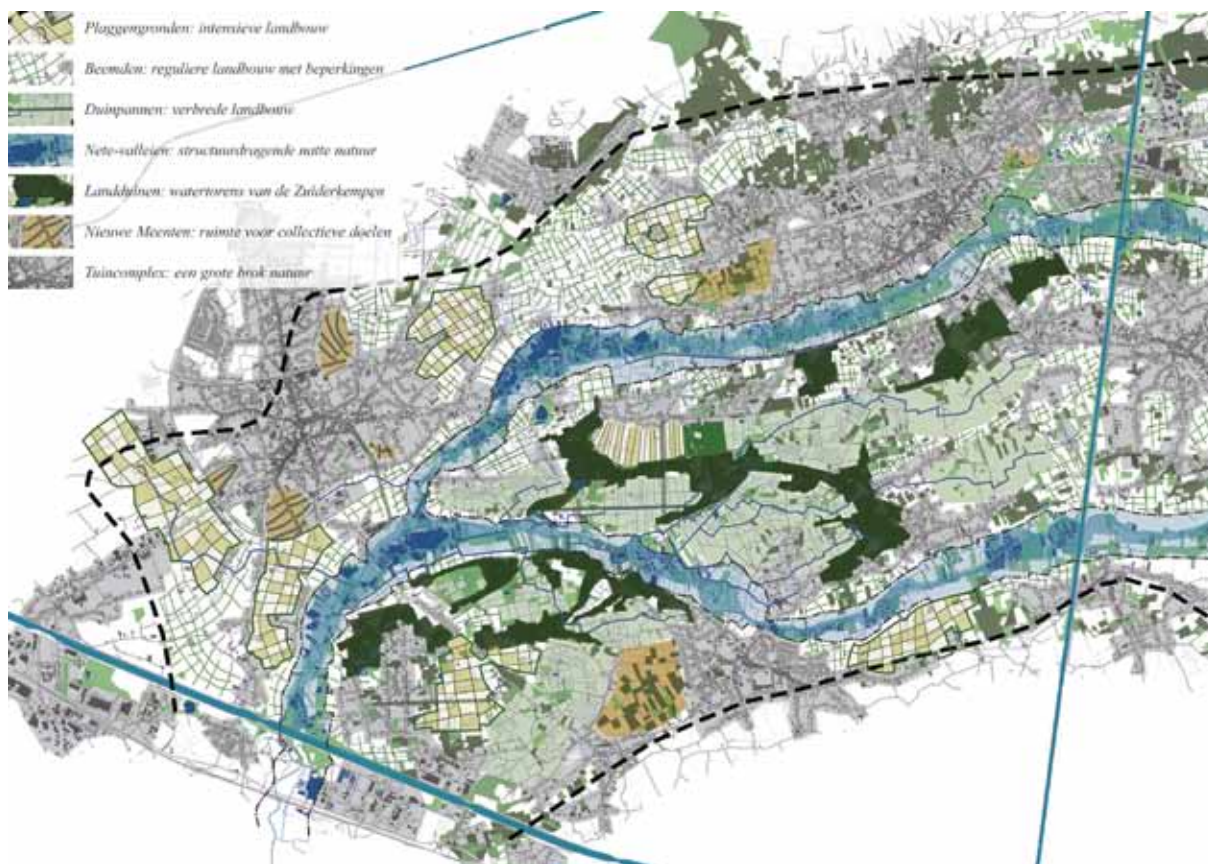
Nete tot begin jaren '50 gebruikt werd als ruwwaterbron (Baetens en Van Eerdenbrugh, 2005). Zo krijgt deze ontwikkeling ook een economische functie.

Het ontwerpend onderzoek gaat uit van het watersysteem, met als doel een veerkrachtige, geschakelde ruimte te bekomen waarvan de deelruimten elkaar versterken in plaats van tegenwerken. Een landschapsecologische gebiedsanalyse brengt echter een probleem aan het licht. De Netevallei blijkt sterk gedraineerd te worden door het bestaande systeem van langsgrachten en syfons. In functie van het halen van natuurdoelstellingen lijkt het verwijderen van deze infrastructuur de meest duurzame oplossing. Het wijzigen van deze schakels binnen het watersysteem heeft echter consequenties. Zo zullen bovenstroomse gebieden vernatten door een verminderde werking van het drainagesysteem. Enkel grote en blijvende dure kunstgrepen – zoals kustmatige drainage via pompen – kunnen een oplossing bieden om de bestaande landbouw in zijn huidige vorm te houden.

Het situeren van landbouw aan het begin van de waterketen en natuur aan de grote waterstructuren zien we ook terug in de huidige Afbakening van de Gebieden van de Natuurlijke en Agrarische Structuur (AGNAS) voor het casusgebied. Zo zijn de twee landbouwgebieden tussen de Molse en Grote Nete – 'Landbouwgebied tussen Rosselaar en Hulsen en Verloren Schaap' en 'Landbouwgebied Geel Bel – Belse Hei' – herbevestigd als aaneengesloten landbouwgebied.

### 8.2.2 Concepten in het Waterrijk-Kempen

In het concept Waterrijk-Kempen wordt onderzocht hoe gewerkt kan worden met zes landschappelijke structuren: de Netevallei, de beemden, de plaggenbodems, de landduinen, de duinpannen en de 'gemene' gronden. In de landschappelijke structuren, beemden, plaggengronden en duinpannen, wordt gewerkt met een differentiatie in klimaatacties door de hoofdgebruiker van het gebied, namelijk landbouw. Omvorming tot een klimaatbestendige ruimte gebeurt hier door het versterken van bestaande waarden. Werken aan klimaatadaptatie wordt echter een stuk complexer in de andere landschappelijke structuren. In de Netevalleien onderzoeken we of adaptatie en natuurontwikkeling gekoppeld kunnen worden aan economische rendabiliteit. Voor de landduinen wordt er door een confrontatie tussen landschapsidentiteit en kennis over bosbranden en waterretentie gezocht naar een oplossing voor de brandgevoelige naaldbossen. De 'gemene' gronden geven dan weer aanleiding tot een heel andere kijk op eigendomsrechten en bestemmingsplanning.



*Figuur 78 Waterrijk-Kempen  
(eigen verwerking top10vGIS (NGI))*

### 8.2.3 Landbouw op plaggenbodems, beemden en duinpannen

Grote delen van het projectgebied worden momenteel gebruikt door landbouw. Klimaatadaptatie en het gewenste watersysteem zullen in de toekomst echter vragen om een gedifferentieerd beleid en bredere invulling van landbouw. Landbouw is een ideaal landgebruik om, naast zijn economische en voedselproducerende waarden, de diverse ‘landschapsbeelden’ van het casusgebied in stand te houden of te versterken. Het historisch beeld van enerzijds open plaggengronden (intensief) en gesloten beemden (extensiever) is een krachtig cultuurhistorisch gegeven.

In dit ontwerpend onderzoek wordt hiervan gebruik gemaakt om tot landbouwgebieden te komen die bijdragen aan een klimaatadaptieve Kempen. Zo waren de plaggenbodems historisch open akkergronden. In onze visie wordt dit vertaald naar intensieve landbouwgebieden met hoge productiviteit. Deze gronden bevinden zich hoofdzakelijk, maar niet noodzakelijk, op de historische plaggenbodems en kennen vandaag reeds een sterke openheid vanuit hun gebruik als akkergrond. Uitbouw van intensieve landbouw in dit gebied zal voor een blijvende openheid



zorgen in het gebied. Opvang van afstromend neerslagwater gebeurt in een houtsingel aan de rand van het gebied. Deze houtsingel is een verwijzing naar de herontwikkeling van de Belse es (zie hoofdstuk 7).



*Figuur 79 (boven) Bestaande situatie van de Belse es. De sterk versnipperde structuur is duidelijk zichtbaar (Google Earth), (rechts) Ontwerp van de Belse es. Herstellen van het eslandschap met een eikenbakhoutsingel die tevens dienst doet als waterinfiltratiebekken (eigen verwerking top10vGIS (NGI))*



Daarnaast zijn er de beemden, graslanden die omzoomd en geïndividueeliseerd werden met opgaande beplanting, waaronder elzen. Ondanks de toenemende versnippering en verwaarlozing ervan is dit beeld nog steeds duidelijk aanwezig. In het Waterrijk-Kempen worden deze beemden ingevuld als een landschap waar landbouw zich verder kan ontwikkelen, mits voldaan wordt aan bepaalde voorwaarden in functie van de versterking en het herstel van deze beemdenstructuur. Neerslagwater wordt hier opgevangen in de grachtenstructuur langs de percelen, waar het kan infiltreren of afgevoerd worden naar de Netevallei.



*Figuur 80 (boven) bestaande situatie van de beemden (Google Earth), (rechts) ontwerp van de Beemden als kleinschalig landschap en de Plaggengronden als gebieden voor intensieve landbouw (eigen verwerking top10vGIS (NGI))*



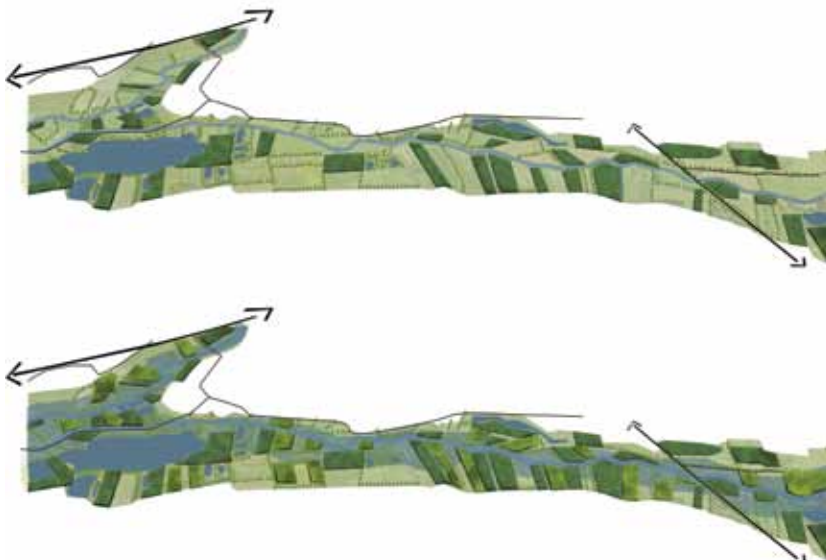
De voorgestelde uitbouw van de Nete als structuurdragende natte natuur zal voor een vernatting in diverse landbouwzones zorgen. De landbouw in de duinpannen dient hieraan te worden aangepast. Natuurlandbouw is een geschikt landgebruik in functie van verhoging van de natuurwaarden en de watercaptatie in het gebied, in combinatie met het behoud van de landschappelijke kwaliteiten van het gebied.

#### 8.2.4 De Grote Nete als structuurdragende natte natuur

Het gebied heeft een fijnmazige structuur van gesloten ruimtes – populierenbosjes, broekbosjes – en open ruimten – vijvers en weiden – die veelal omzoomd zijn door een houtkant, knotwilgenrij of hoogstambomenrij. De kleinschaligheid en het verkregen beeldmozaïek van open en gesloten ruimtes resulteert in een spannend en recreatief interessant landschap.

Een directe transformatie van de valleien is niet mogelijk door de aanwezigheid van bestaande infrastructuur (weekendverblijven, woningen,...). De fijnmazige structuur laat echter wel toe om de Netevalleien stapsgewijs te ontwikkelen tot één grote Waterrijke Netevallei, waarbij maximale ruimtelijke synergieën worden nagestreefd. Uitgaande van de visie van Natuurpunt “Grote Netevallei als uitgestrekt broekbos” en van het historische ecosysteem broekbos kunnen we de condities bepalen die vanuit natuuroogpunt wenselijk zijn. Het eindbeeld dat we in dit onderzoek voor ogen hebben voor de Netevalleien is een moerassige vallei, waar kleine struiken en bomen (wilgen) de ruimtelijke massa vormen. Bepaalde ener-

135



*Figuur 81 (boven) Bestaande situatie in de Grote Netevallei. (onder) stapsgewijze uitbouw van de Grote Netevallei als structuurdragende natte natuur met energiebossen (eigen verwerking Google Earth)*



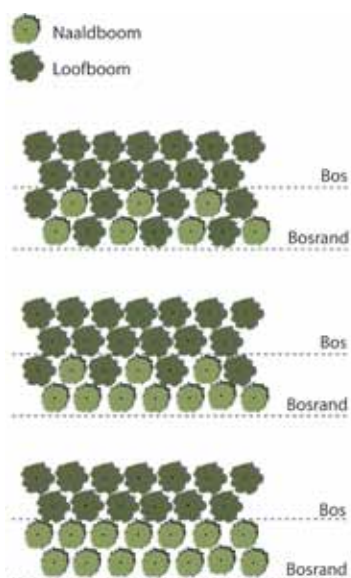
*Figuur 82 Impressies van het beemden-landschap (boven) en het broekboslandschap (onder)*

giebossen hebben gelijkaardige condities en ruimtelijke structurering. Zo groeien wilg en els van nature in de historisch moerassige omstandigheden van de Netevalleien. Hoewel een bodem met goede doorworteling ideaal is voor kortoomloophout, kan ook productiviteit gehaald worden in moerassige omgevingen. Het bestaande landschapsbeeld kan zo versterkt worden met een energie-producerende functie. Deze economische rendabiliteit en de grote waterbuffering van de Netevalleien ondersteunen op hun beurt de verdere uitbouw van het plan ‘Waterrijk-Kempen’.

### 8.2.5 Landduinen: over water en vuur

De landduinen in Geel-Bel zijn overdekt met naaldbosbestanden die momenteel een bron voor debat vormen binnen diverse belangengroepen. De kaprijpheid van de naaldbossen doet overheden en natuur- en bosverenigingen nadenken over de toekomstige invulling van de bestanden. Zo is er een tweespalt tussen een ecologische visie – aanplanting van inheemse bomen, voornamelijk eik – en een economische visie – aanplanting van hoogwaardige productiebossen, voornamelijk den.

In functie van klimaatadaptatie zou kunnen gekozen worden voor bosvorming naar eiken-berkenbos of zelfs heide. Binnen het studiegebied zijn al stroken naaldbos gekapt en vrijgemaakt voor de vestiging van heideplanten. Zoals eerder besproken (Hoofdstuk 6) hebben naaldbossen een directe invloed op de drie klimaatgerelateerde kenmerken: watertekort, wateroverlast en brandgevoeligheid. Waar naaldbos een hoge interceptie, en bij hogere temperaturen ook een hogere verdampingsgraad heeft, is de interceptie van een eiken-berkenbos beduidend minder. Eiken hebben, net als dennen, ook weinig last van zomerdroogte, al kan extreme droogte in de toekomst toch een probleem vormen. Wat heide betreft komt droge heide het meest voor, maar een aantal depressies in het gebied biedt ook vestigingsplaatsen voor natte heide. Natte en droge heide hebben de laagste interceptie- en verdampingsgraad en zullen dus zelf voor de minste kans op verdroging zorgen. Daarentegen zijn ze zelf wel gevoeliger voor verdroging (Runhaar, 2000).



*Figuur 83 Voorbeelden van plantschema's voor bosvorming op de landduinen*

De naaldbossen en heidevelden in de Kempen zijn, door combinatie van o.a. zandgronden, diepe grondwatertafels en waterafhankelijkheid van neerslag, (zeer) gevoelig voor brand. Brandgevoeligheid wordt dan wel in de eerste plaats bepaald door recreatiedruk (Hoofdstuk 6), ook de bodembedekking (landgebruik) is van belang. Keuzes die nu gemaakt worden voor de bebossing van de landduinen bepalen mee de brandgevoeligheid in de toekomst. Loofhout heeft een hoger ontvlampunt en kent een tragere voortplanting van het vuur. De brandgevoeligheid van

bossen kan dus beperkt worden door meer loofhout in te brengen. Vanaf een aandeel van 25% loofhout binnen een naaldhoutbestand is er sprake van een remmende werking (Hazebroek, 2001). In heidevegetaties komen verschillende plantensoorten voor die zorgen voor een verhoging van het brandrisico.

Transformatie van de landduinen dient te gebeuren volgens een doordacht omvormingsproces van naaldbos naar gemengd bos zorgend voor het meegroeien van de landschapsidentiteit met het 'nieuwe' landschap. Zoals aangegeven in de 'plantverbanden' kan dit gemengd bos naargelang de uitgangspositie van de eigenaar andere vormen aannemen. Essentieel is de overkoepelende visie voor de landduinen zodat deze als landschapscomponent aanwezig blijven in het gebied.



*Figuur 84 Impressies van het Kempens landschapsbeeld in omvorming gezien vanuit de beemden*

#### 8.2.6 Nieuwe meenten en het tuincomplex: collectief werken aan klimaatadaptatie

In dit deel hebben we onderzocht op welke manier klimaatadaptatie ruimtelijk ingepast kan worden binnen het bebouwde weefsel in stedelijke en halfstedelijke gebieden. Conform de definitie van veerkracht (zie 1.2) zoeken we naar mogelijkheden om de veerkracht van het bebouwd gebied te versterken, om zo om te kunnen gaan met veranderingen. Het historische begrip 'meenten' biedt hierbij inspiratie voor hedendaags en veerkrachtig ruimtegebruik in de vorm van 'nieuwe meenten' en 'het tuincomplex'.

##### ***Nieuwe Meenten: veerkracht door experimenteerruimte***

Historisch staat de term 'Meent' (synoniem van het woord 'Gemeente' in zijn oorspronkelijke betekenis) voor het gemeenschappelijk gebruik van gronden (heidevelden, beemden, toegankelijke bossen enz.), die daarenboven onder toezicht stonden van lokale overheden (Kos, 2009). In de hedendaagse internationale literatuur zijn de historische meenten beter gekend als *commons* (Walljasper, 2010) en worden de *commons* al bestudeerd in het licht van klimaatverandering (Aitken et al., 2011). In de oude betekenis waren meenten (of gemene gronden) collectieve ruimtes waar individuen en maatschappelijke groepen gebruiksrechten hadden. Het gebruik van de beemden voor begrazing of de heidegronden voor het plaggen zijn mooie historische referenties hiervan in de Kempen.

*"The commons is a crucial part of the human story that must be recovered if we are to deal with the problems now crowding in on us."*

*Bill McKibben in All that we share (Walljasper, 2010)*



Met het concept ‘Nieuwe Meenten’ zoeken we niet naar een kritiekloze herintroductie van het oude principe van gemeenschappelijke gronden. We herinterpreteren dit principe op zoek naar gronden waar collectieve acties en doelstellingen met een sterk maatschappelijk belang in functie van de verbetering van levenskwaliteit een plaats kunnen krijgen. Klimaatadaptatie kan hier hand in hand gaan met andere functies zoals energiewinning, biodiversiteit, het sluiten van kringlopen en voedselproductie. Nieuwe meenten moeten gezien worden als experimenteerruimten, waarbij volop kan worden ingezet op de potenties van (nog) aanwezige open en groene ruimtes door middel van collectieve acties door burgers, lokale actoren en vzw’s die een collectief belang dienen. Bestaande voorbeelden hiervan zijn onder andere een stedelijk warmtenetwerk en landbouw gedragen door de gemeenschap (*community-supported agriculture*), maar in de toekomst zijn ongetwijfeld nog gelijkaardige vormen van collectiviteit denkbaar.

In het ontwerpend onderzoek is een ruimtelijke visie voor een Nieuwe Meent uitgewerkt in één van de open ruimtes tussen de stadskern en de ringweg van Geel. Ter aanvulling van de grondwatervoorraad wordt voorgesteld om een waternetwerk aan te leggen dat overtollig neerslagwater

*Figuur 85 Zone voor Nieuwe Meente tussen ringweg en centrum Geel, met inrichting van aanleg van transversale wadi-structuren langsheen de helling (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI))*

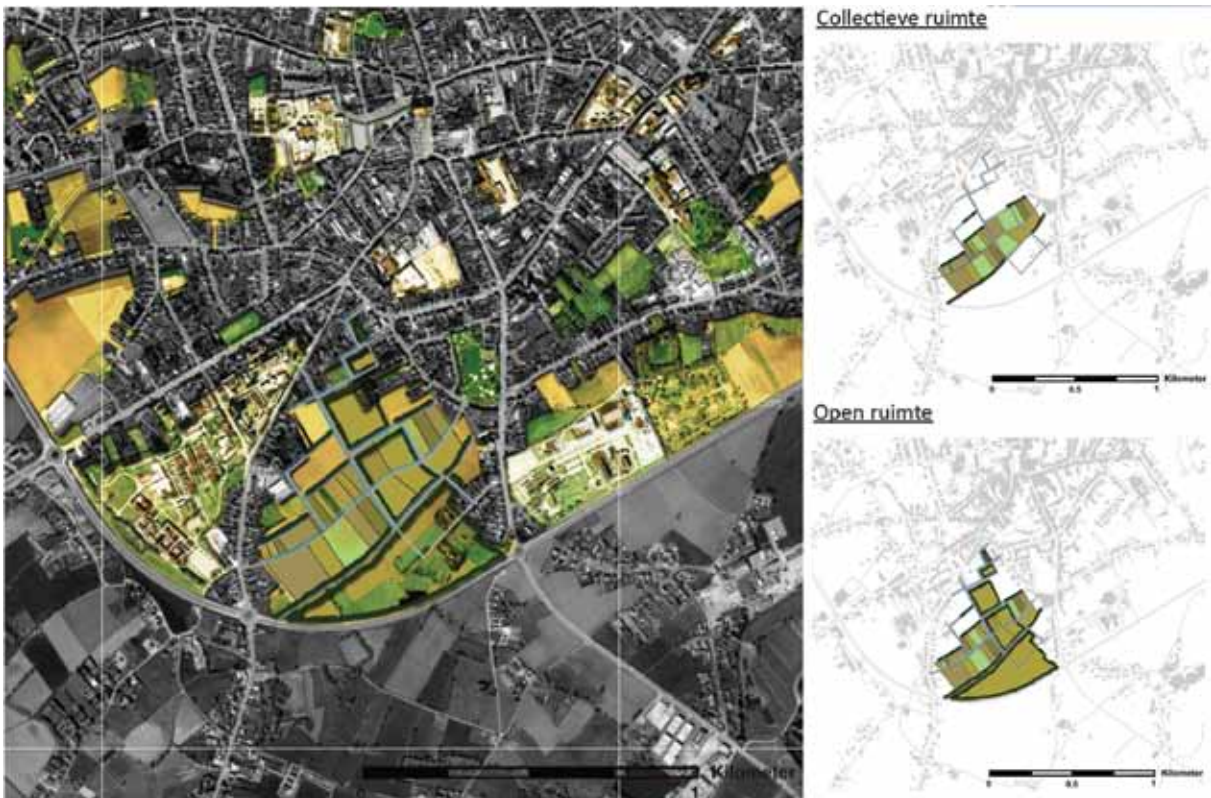




uit het centrum afvoert naar de Nieuwe Meent. Binnen de bebouwde omgeving vormt dit een groenblauw netwerk met belangrijke recreatieve potenties. In de Nieuwe Meent zelf zorgt een netwerk aan wadi's voor de lokale infiltratie van het overtollig neerslagwater uit Geel. Het netwerk vormt een kader voor een gevarieerde invulling waarin uiteenlopende functies mogelijk zijn. Indien dit zou nodig blijken kan deze structuur verder uitgebouwd worden om extra neerslagwater op te vangen.

In Geel bevindt zich een grote concentratie aan gemeenschapsvoorzieningen, waaronder heel wat zorginstellingen. De aanwezigheid hiervan biedt mogelijkheden om binnen een Nieuwe Meent verbrede landbouw of zorglandbouw uit te bouwen. Deze invulling komt tegemoet aan hedendaagse vraagstukken zoals het beperken van de voedselkilometers en het bevorderen van sociale cohesie. Bovendien vormt stadslandbouw zo een instrument om de open ruimtes in een stedelijke omgeving te vrijwaren van verzegeling en tegelijkertijd een waaier aan klimaatgunstige en maatschappelijke diensten te bevorderen. Deze invulling hoeft niet per se permanent te zijn. Op basis van nieuwe noden of maatschappelijk debat kan desgewenst na verloop van tijd gekozen worden voor een gedeeltelijke of volledige functiewijziging ten voordele van nieuwe (collectieve) prioriteiten.

*Figuur 86 Nieuwe Meenten als publieke en collectieve productieruimte (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI)) (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI))*



### ***Mobilisatie van het tuincomplex***

Het idee van meenten hoeft echter niet altijd gebonden te zijn aan gemeenschappelijkheid in eigendom. Gelet op de sterk versnipperde en geprivatiseerde eigendomsstructuur in Vlaanderen moeten we ook durven inzetten op de particuliere eigendom. Hier is het niet het collectief beheer zelf, maar een beheer volgens een collectief gedachtegoed dat ervoor zorgt dat maatschappelijke noden en doelstellingen ingevuld worden.

Tuinen nemen zo'n 8% van de Vlaamse oppervlakte in en kunnen hierdoor, althans wat oppervlakte betreft, geplaatst worden naast bos (10%) of bos- en natuurreservaten (2.5%) (Bomans et al., 2011). Doordat tuinen lange tijd verstopt zaten achter de bebouwde façade was er zowel vanuit de academische wereld als vanuit beleid maar weinig aandacht voor. Het in kaart brengen van de oppervlakte aan tuin (Bomans et al., 2011) en documenteren van de vele diensten die zij (kunnen) leveren (Dewaelheyns et al., 2011a; Elsen et al., 2011; Hermey en Claessens, 2011; Roe en Ward Thompson, 2011), plaatst hun belang (weer) op de agenda. Belangrijk is om los te komen van het denken in individuele tuinen en het geheel van tuinen in hun regionale context te beschouwen als een structurerende component in het landschap: het tuincomplex (Dewaelheyns et al., 2011b). Het tuincomplex maakt het mogelijk om op een brede manier na te denken over geprivatiseerde eigendommen als collectieve (half-) natuurlijke hulpbron door overstijgen van het individuele.

Het tuincomplex neemt een grote oppervlakte van Vlaanderen in, waar mogelijk nog heel wat potentieel zit op vele vlakken, zoals biodiversiteit, biomassawinning voor energie, voedselproductie en de opvang en infiltratie van hemelwater. Wanneer we teruggaan in de Belgische geschiedenis blijkt de tuin in het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw zelf de strategische oplossing geweest te zijn om de levensomstandigheden van de arbeidersklasse te ondervangen en te zorgen voor zelfvoorziening in voedsel. De kernvraag is echter hoe we de bestaande potenties kunnen mobiliseren. De tuin is immers een paradijs van het individu, gekenmerkt door 'de tirannie van de kleine beslissingen' volgens Goddard et al. (2010).

Toch zijn er reeds voldoende initiatieven die aantonen dat het mogelijk is om gezinnen te mobiliseren om via hun tuin bij te dragen tot collectieve doelstellingen. We verwijzen hiervoor naar ondermeer de vogel- en vlindertellingen van Natuurpunt (Natuurpunt vzw, 2008), de interactieve rubriek 'Bouw mee aan het grootste natuurgebied in Vlaanderen' van het televisieprogramma 'Dieren in Nesten' (EEN, 2011), de Vlaamse tuinen met een VELT-label als ecologische tuin (VELT vzw, 2008), het Nederlandse Tuinreservaten (VARA, 2012) en het Eco-Jardin label in

Frankrijk (Plante&Cit , 2012). Zowel in de CcASPAR focusgroep als in de denktank blauwgroene ruimte georganiseerd door de Vlaamse vereniging voor Ruimte&Planning in het kader van het Beleidsplan Ruimte werden privétuinen aangehaald voor hun (nog onvoldoende gekende) potentie naar klimaatgerelateerde doelstellingen zoals biodiversiteit en de opvang van regenwater.

Vlaanderen is nu eenmaal een kleinschalig landschap, verdeeld over vele particuliere eigendommen. Het is tijd voor innovatieve planningsconcepten die een sterkte kunnen maken van deze veelheid aan actoren. We moeten het aandurven om te denken over het halen van maatschappelijke doelstellingen door collectieve inspanningen, met ruimte voor dynamiek en onzekerheid, als we de toekomstige uitdagingen van klimaatverandering het hoofd willen bieden.

### **8.3 ‘TwO Structure Landscape’ in twee concepten**

Op basis van dit ontwerpend onderzoek kunnen we onze visie ‘TwO Structure Landscape’ verder nuanceren in twee concepten, die toepasbaar zijn op elk schaalniveau en in elk landschap.

#### **TwO [RE]STRUCTURE LANDSCAPE**

Het uitgangspunt van dit ontwerpend onderzoek was om uit te gaan van de bestaande structuren - natuurlijke en infrastructurele - in het landschap en te plannen op basis van het fysisch systeem. Om onzekerheden eigen aan klimaatverandering te kunnen opvangen, moet echter ook nagedacht worden over de flexibiliteit van en de mogelijkheden voor de invulling van deze structuren. Zo is gebleken dat riviervalleien versterkt kunnen worden en bovenstroomse gebieden mee ruimte kunnen geven aan water door middel van landschapsomvorming op basis van een genuanceerde invulling van streekidentiteit. Ook de koppeling van een laagdynamisch wadi-netwerk in stedelijke open ruimtes met een flexibele invulling die in synergie tegelijkertijd verscheidene diensten levert voor klimaat, biodiversiteit en maatschappij - zoals zorglandbouw - is hiervan een voorbeeld.

#### **TwO [COMMON] STRUCTURE LANDSCAPE**

Ten gevolge van een sterke versnippering en privatisering is de Vlaamse ruimte er één van vele particuliere actoren, noden en drijfveren. Klimaatadaptatie vereist echter dat land opnieuw beschouwd wordt als een

eindige hulpbron. Open ruimte moet daarbij gezien worden als kostbaar gemeengoed, dat flexibel kan worden ingezet om te voldoen aan onzekere toekomstige noden. De feitelijkheid van kleinere landgebruiken en individuele eigenaars kan daarbij gemobiliseerd worden om gezamenlijk actie te ondernemen in functie van bestaande en nieuwe collectieve prioriteiten.

## Hoofdstuk 9      Lessen vanuit de Kempen

*Valerie Dewaelheyns, Pieter Van den Broeck*

Door middel van het ontwerpend onderzoek in de Kempen hebben we verscheidene inzichten kunnen verwerven in de relaties tussen ruimte voor klimaatadaptatie, grondeigenaars en -beheerders, klimaateffecten en ruimtegebruiken. Zo heeft het ontwerpend onderzoek ons geleerd dat voor de omvorming van de Netevalleien tot een waterspons of aaneengesloten broekbos de landbouw een belangrijke partner is, waarmee samen gezocht moet worden naar een geschikte differentiatie in de landbouw rondom de Netes. Ook de bestaande waterbeheersing in de Netevalleien zou moeten wijzigen, van drainerend watercapterend en -infiltrerend.

Omwille van de samenhang tussen grondwater, verdroging, overstroming, temperatuur, brandgevaar, bodem, bos en heide... worden de Kempense naaldbossen best omgevormd naar gemengde bosbestanden. Deze omvorming zal echter een drastische landschapsomvorming met zich meebrengen. Klimaat en adaptatie zal dus ook een invloed hebben op identiteitsbepalende elementen: hieraan zal dus ook aandacht geschonken moeten worden.

Natuurverweving moet vorm krijgen: de AGNAS-processen bieden geen oplossing voor het verweingsvraagstuk. Een nieuwe invalshoek kan echter wijzen op mogelijkheden. Zo kunnen er bij de vrijwaring van open ruimte nabij kleine steden en woonkernen mogelijkheden ontstaan voor landbouw en natuurontwikkeling. De bestaande versnipperde ruimtelijke en eigendomsstructuur zullen dergelijke collectieve doelstellingen vaak in de weg staan, maar misschien zijn er ook andere manieren mogelijk om de klimaatdiensten van al die geprivatiseerde percelen toch te mobiliseren.

Bovenal is het duidelijk dat klimaat via de impacten op temperatuur, wind en water verbonden is met bodemprocessen, natuurontwikkeling, land- en bosbouw, recreatie, economie, nederzettingsstructuur, enz. en dus ook met het beleid in al deze velden, inclusief het ruimtelijk beleid.



Deel II

De Kust



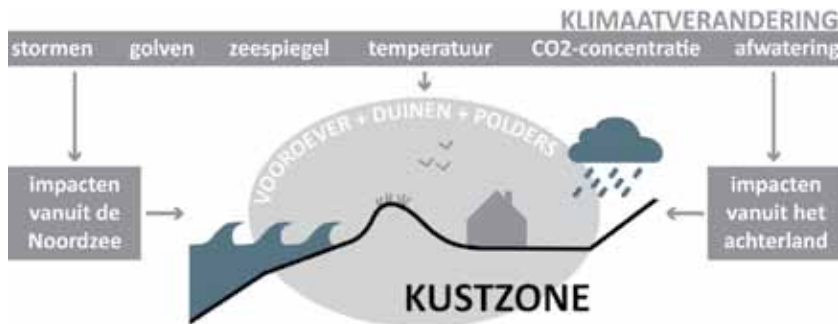


## Hoofdstuk 10 Inleiding - Ontwerpend onderzoek kustgebied

*Sally Lierman, Jeroen De Waegemaeker*

### 10.1 Een kwetsbare kust?

De wetenschap dat kustgebieden onder druk komen te staan door een stijgende zeespiegel is wijd verspreid. Een klimaatadaptatieplan voor de kuststreek mag zich evenwel niet blind staren op deze invloeden vanuit zee. Hoewel de zeespiegelstijging de internationale literatuur domineert (Nicholls et al., 2007) en ook de lokale debatten overheerst – denk maar aan de media-aandacht voor het congres ‘Superstormen! En hoe ons te beschermen’ (oktober 2011, Casino Kursaal Oostende) –, is het noodzakelijk om alle klimaatimpacten in het planvormingsproces te integreren. Het *Fourth Assessment Report* van het IPCC (Nicholls et al., 2007) biedt een wetenschappelijk kader om de klimaatproblematiek in kustgebieden in al haar facetten te doorgronden (zie Figuur 87).



*Figuur 87 Overzicht van de klimaatimpacten in het kustgebied (eigen verwerking van IPCC, 2007, p.316)*

De opwarming van de aarde zet allereerst diverse lokale processen op gang. Neerslagpatronen worden in de toekomst onregelmatiger en regenbuien in het kustgebied worden intenser. Gravitair afwateren wordt daarenboven steeds moeilijker door een slinkend tijvenster. Het risico op overstromingen in de polders wordt groot. Verder zullen droge periodes steeds langer aanhouden en kan de toevoer van zoetwater in het gedrang komen. Bovendien dreigen laaggelegen gebieden te verzilten bij langdurige droogte, onaangepast peilbeheer en verregaande zeespiegelstijging.

Het kustgebied is niet alleen gevoelig voor invloeden vanuit de zee maar even goed vanuit het achterland. Stormen op zee worden steeds frequen-

ter en de golfhoogte steeds groter waardoor de huidige veiligheidsnormen van de zeewering achterhaald raken. Veranderende neerslagpatronen in het achterland zorgen voor verhoogde waterafvoer via rivieren en kanalen tijdens neerslagrijke periodes en voor sterk verlaagde debieten bij droogte.

Het IPCC beschouwt kustsystemen als *‘De interagerende laaggelegen gebieden en ondiepe kustwateren, met inbegrip van de menselijke componenten. Hierin zijn de naastgelegen lage gebieden begrepen, die vaak zijn ontwikkeld door sedimentatie gedurende het Holocene (de afgelopen 10.000 jaar). Het continentaal plat en de oceanische kant zijn hierin niet opgenomen.’* (Nicholls et al., 2007). Op basis van deze definitie behoren niet alleen de duinen en West-Vlaamse polders, maar ook de zone rond de Westerschelde en de zee nabij de kustlijn tot het studiegebied van dit ontwerpend onderzoek.

## **10.2 Kwetsbaarheid als resultaat van het natuurlijk en maatschappelijk subsysteem**

Met de klimaatverandering als drijfveer doen zich diverse lokale (fysische) transformaties voor zoals verhoogde kusterosie, verzilting, veranderingen in neerslagpatronen en verdroging. Een kustgebied is evenwel dynamisch en past zich op natuurlijke wijze aan de veranderde condities aan. De evenwichtstoestand in een kustgebied is daarbij steeds de optelsom van twee tegenstrijdige processen; sedimentatie en erosie (Brunsden, 2001). De manier waarop klimaatverandering de sedimenttransporten – en bijgevolg ook de evenwichtstoestand van een kustgebied – beïnvloedt is complex. Maar het staat vast dat abrupte veranderingen kunnen voorkomen wanneer welbepaalde drempels worden overschreden (Alley et al., 2003). Een overschrijden van dergelijke kritische drempels kan een onomkeerbaar proces op gang zetten, waarbij erosie de bovenhand krijgt, met overstromingen en verzilting tot gevolg (Williams et al., 1999; Doyle et al., 2003; Burkett et al., 2005).

Ook in het Belgische kustgebied was eeuwenlang sprake van een natuurlijke adaptatie. Doordat de zeespiegel steeds trager steeg, konden de kustlandschappen zoals slikken, schorren en veen met behulp van slib- en zandafzetting met de zee meegroeien (Baeteman, 2007; Baeteman, 1999; Denys en Baeteman, 1995). Het Duinkerke-model (Verhulst, 1966; Verhulst en Gottschalk, 1980) verklaarde de opeenvolgende transformaties (het aanlanden en de inbraken van zee op land) aan de hand van schommelingen in zeespiegelniveau – zogenaamde transgressies en regressies – maar recent onderzoek wees evenwel uit dat dergelijke schommelingen nooit hebben plaatsgevonden. De zeespiegel steeg continu maar er waren wel verande-

ringen in de snelheid van de zeespiegelstijging (Baeteman et al., 2011). Het waren deze veranderingen die de grote transformaties in het gebied op gang hebben gebracht.

Het Belgische kustgebied is stelselmatig ingepalmd door diverse infrastructuur (dijken, polders,...) waardoor natuurlijke dynamieken steeds meer belemmerd werden. Tijdens de elfde en twaalfde eeuw werden de eerst drooggevalLEN gebieden beschermd. Later werden getijdengebieden ingepolderd om landbouwgrond te winnen (Verhulst, 1966; Verhulst en Gottschalk, 1980). Rond het midden van de achttiende eeuw werden stuivende duinen gefixeerd om de landbouw in de polders te beschermen (Bonte en Provoost, 2004; Bonte en Provoost, 2005; Uyttenhove et al., 2006). Ten slotte werd de duinengordel – de natuurlijke zeewering – tijdens de voorbije twee eeuwen grotendeels ingepalmd door technische ingrepen. De aanleg van een zeedijk, de kusttram en de Koninklijke Baan doorheen de duinengordel was een motor voor het kusttoerisme en werkte een sterke verstedelijking in de hand (Van Acker, 2011).

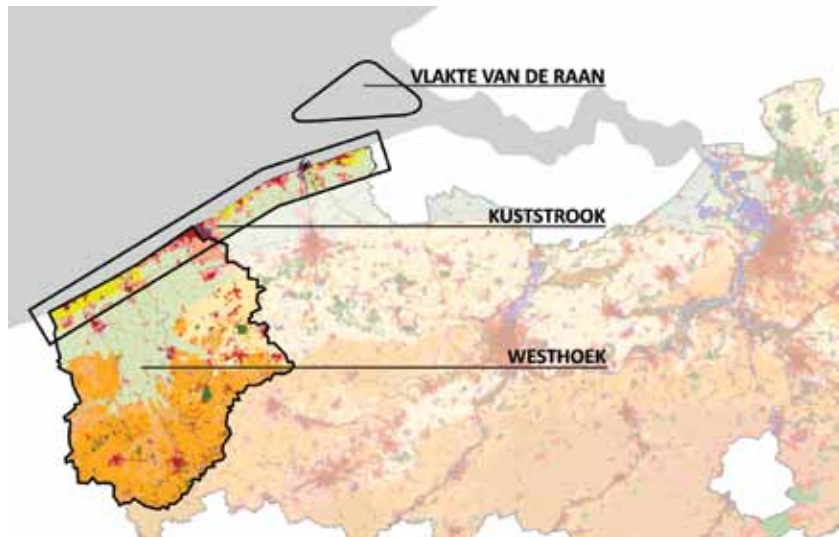
Deze evoluties aan onze kust liggen in lijn met de mondiale ontwikkelingen. Wereldwijd groeit de bevolking in kustgebieden, wat zorgt voor een snelle expansie van economische activiteiten, nederzettingen en toeristische infrastructuur. Deze ontwikkelingen hebben ecosystemen aan de kust veel sterker verstoord dan de rechtstreekse gevolgen van klimaatverandering (Scavia et al., 2002; Lotze, 2006). Het is deze combinatie van natuurlijke veranderlijkheid en toegenomen ruimtegebruik die de kuststreek extra kwetsbaar maakt voor de gevolgen van de klimaatverandering.

149

### **10.3 Drie gebiedsdelen voor het CcASPAR-project**

De twee voornoemde factoren bepalen zoekzones in de Belgische kustregio; de polders, de duinengordel, de vooroeverzone en de Westerscheldemonding. Elke zoekzone heeft een gebiedseigen fysisch systeem en moet bijgevolg het hoofd bieden aan welbepaalde klimaatimpacten. Zo zijn de polders onderhevig aan verzilting, droogte en problemen met de afwatering terwijl de vooroeverzone vooral problemen omtrent kusterosie kent. Daarnaast blijkt uit de landschapstypologiekaart dat elke zoekzone een gebiedseigen ruimtegebruik en landschap kent. Omwille van de sterk verschillende uitdagingen spitst het ontwerpend onderzoek zich toe op drie deelruimtes waarin één of meerdere zoekzones aan bod komen. De deelruimte Westhoek gaat in op de polders. De kuststrook behandelt de problemen in de voormalige duingordel en de polders nabij de kustlijn. En in deelruimte de Vlake van de Raan komen zowel de vooroeverzone als

de Westerscheldemonding aan bod. Via ontwerpend onderzoek worden in elke van deze deelruimtes de lokale klimaatproblemen en mogelijke adaptatiestrategieën in kaart gebracht.

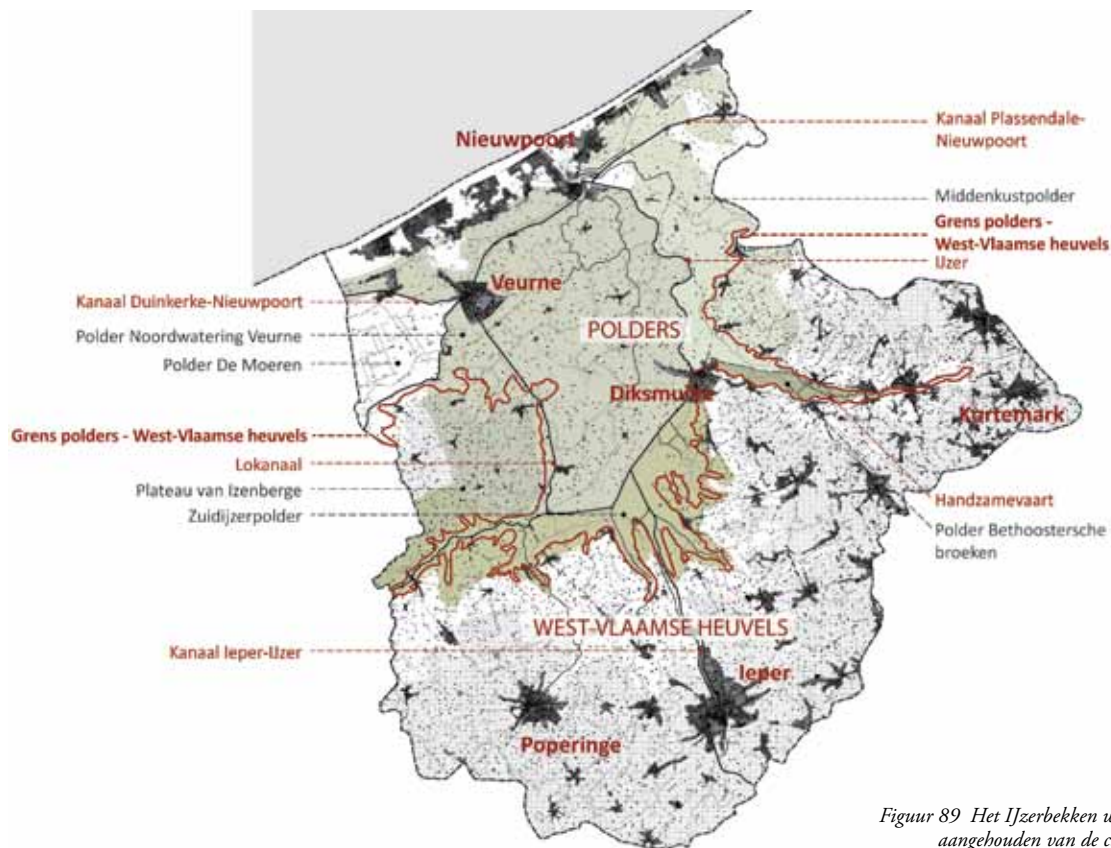


*Figuur 88 Situering van de drie deelgebieden aan de hand van de landschapskarakterisatie (zie 4.3)*

## Hoofdstuk 11    Naar een geresponsabiliseerd en klimaatbestendig waterbeheer in de Westhoek

*Pieter Foré, Sylvie Van Damme, Jeroen De Waegemaeker,  
David Verhoestraete, Sally Lierman*

Het merendeel van de denkoefeningen over klimaatadaptatie in de Belgische kuststreek wordt tot op vandaag uitgedacht vanuit het oogpunt van hoogdynamische landinwaartse invloeden vanuit de zee op de smalle kuststrook. Te vaak echter wordt voorbij gegaan aan klimaatgerelateerde effecten in het hinterland. In dit ontwerpend onderzoek wordt nagegaan hoe klimaatadaptatieve maatregelen in het hinterland bijdragen tot een verminderde kwetsbaarheid van de gehele kuststreek en tegelijkertijd ook de lokale landschappelijke identiteit kunnen versterken, met de Westhoek als studiegebied.



*Figuur 89 Het Ijzerbekken wordt als grens  
aangehouden van de casus Westhoek  
(eigen verwerking van Top10vGIS)*

## 11.1 De Westhoek, een landschap in verandering

Hoewel de Westhoek tot op vandaag nog steeds idyllische en nostalgische beelden oproept, ondergaat het landschap ook hier belangrijke wijzigingen onder invloed van de intensivering van de landbouw enerzijds en vormen van verstedelijking anderzijds.

### 11.1.1 Historisch divers waterlandschap

Onder de Westhoek wordt in dit onderzoek het Vlaamse gedeelte van het IJzerbekken begrepen, bestaande uit twee landschapstypes, namelijk de polders en de West-Vlaamse Heuvels. De polders manifesteren zich als een open, vlak landschap met een lage bebouwingsdichtheid met compacte dorpen en verspreide hoeves. Het occupatiepatroon wordt sterk bepaald door de aanwezigheid van kleine hoogteverschillen. Sinds de eerste helft van de twaalfde zijn alle polders in de Westhoek gekenmerkt door een kunstmatig geregelde waterhuishouding en een dijkstructuur die het oorspronkelijk uiterst dynamische landschap zeer statisch heeft gemaakt (Zeebroek et al., 2002; Van den Berghe, 2012; Zwaenepoel en Verhaeghe, 2011). In tegenstelling tot de polders was het natuurlandschap in de West-Vlaamse heuvels tot in de negentiende eeuw nog sterk aanwezig. De sterk beboste heuvelrug en het Vrijbos in Houthulst werkten als enorme sponzen, die de oppervlakkige afstroom van neerslagwater en kwelwater in de tijd vertraagde. De aanwezigheid van kleirijke bodemlagen in de ondergrond van de heuvelrug zorgde voor kwelvorming en bronwerking. Het historisch occupatiepatroon is sterk gerelateerd aan het voorkomen van deze bronnen of van makkelijk winbare grondwaterlagen (Gysels, 1993). Het resulteerde in een combinatie van geconcentreerde en verspreide bewoningspatronen, en een permanente waterbevoorrading van de lagergelegen dorpen en steden.

*Figuur 90 In de Late Middeleeuwen werden diverse vijvers aangelegd rondom Ieper in functie van waterbevoorrading. Tot op de dag van vandaag worden de Dikkebusvijver en de Zillebekevijver nog steeds gebruikt als drinkwaterbufferbekken voor de stad Ieper (eigen verwerking van Kabinetskaart van de Ferraris, 1777).*

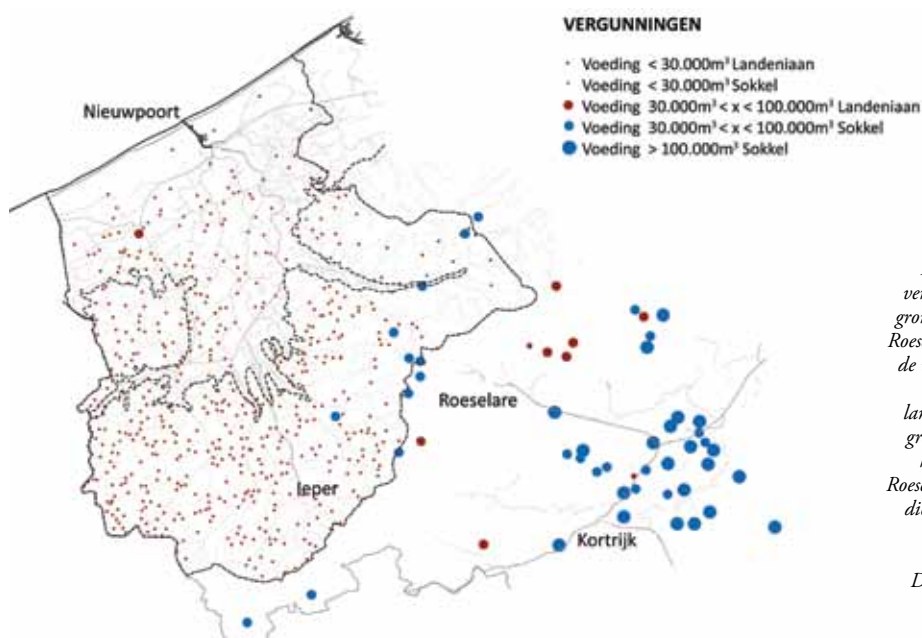


### 11.1.2 Intensivering van de landbouw

De uitzonderlijk rijke, productieve gronden in de polders gaven reeds in de Middeleeuwen aanleiding tot een unieke bedrijfseconomische structuur die gericht was op commerciële gewassen. In combinatie met gestage schaalvergroting van bedrijven sinds 1300 zorgde dit tot laat in de Middeleeuwen voor een rijke en welvarende streek (Soens, 2009). Vandaag zijn de grote landbouwbedrijven en het grootschalige landgebruik door akkerbouw en veeteelt nog steeds landschapsbepalend. De West-Vlaamse heuvels daarentegen waren bedrijfseconomisch gekenmerkt door een overlevingseconomie (Thoen, 2001) – een ingesteldheid van zelf overleven en de kinderen grond bezorgen – wat resulteerde in een proces van schaalverkleining (Thoen en Soens, 2003). Na de late Middeleeuwen verslechterde de economische situatie in de Westhoek. Problemen zoals de geografische locatie, internationale gewapende conflicten en de slechte ontsluiting zorgden voor een vertraging in de economische ontwikkeling van de streek. Ondanks de inhaalbeweging door gebiedsgerichte economische ondersteuning sinds 1979 (Ongena, 2010) is de Westhoek vandaag nog steeds een uitgesproken en homogeen plattelandsgebied met een laag bebouwingspercentage en een belangrijk aaneengesloten land- en tuinbouwgebied. De aanwezige landbouw wordt tot op vandaag bepaald door een sterke gebondenheid aan natuurlijke factoren zoals grondkwaliteit en watervoorraad.

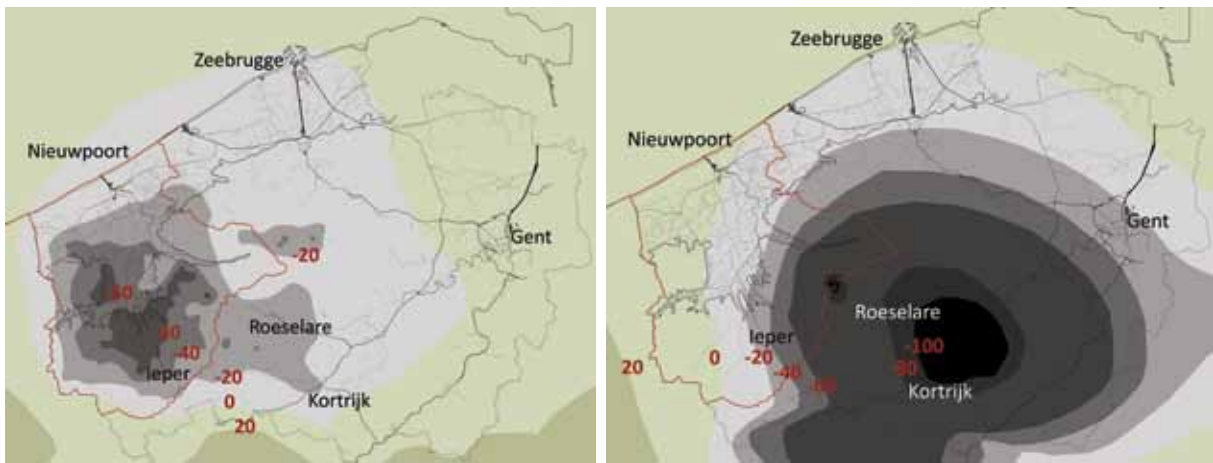
153

Met het oprukken van het agro-industriellandschap vanuit het Roeselaarse in de Westhoek, ondergaat de landbouw ook hier een intensiveringsproces, met een steeds groter wordende druk op de reeds kwetsbare watervoor-



*Figuur 91 Alle vergunde grondwatervergunningen in de Westhoek en de grote grondwatervergunningen in de streek van Roeselare-Kortrijk. In de Westhoek vormen de vele honderden beperkte vergunningen (de kleine punten) aan hoofdzakelijk landbouwbedrijven samen één zeer grote grondwaterontginning. De grote gebruikers op de grens tussen Westhoek en het Roeselaarse zijn hoofdzakelijk voedings- en diepvriesbedrijven, in Kortrijk bevinden zich dan weer meer textielbedrijven (eigen verwerking van Top10vGIS en DOV, vergunde grondwaterwinningen)*





Figuur 92 (links) Stijghoogtes in het Landenaan (debieten 2000) (VMM, 2006), (rechts) Stijghoogtes in de Sokkel (debieten 2000), de dalende stijghoogten duiden op een overexploitatie van de grondwaterlagen (VMM, 2006)

raden in de streek. De opvolgingsdruk ligt er hoger dan in andere delen van Vlaanderen (Landbouw en Visserij, 2012; Allaert et al., 2006). De hierdoor lagere beschikbaarheid aan vrijkomende gronden, dwingt bepaalde landbouwers tot een omschakeling naar (glas-)tuintbouwgewassen omwille van de hogere toegevoegde waarde (Allaert et al., 2006).

### 11.1.3 Burgers en niet-agrarische ondernemers op het platteland

De veranderingen in de landbouw leiden ook tot nieuwe vestigingsmogelijkheden voor burgers in het landelijke gebied. Ondanks het feit dat zich in deze streek de laagste daling van het aantal landbouwbedrijven in Vlaanderen voordoet (Landbouw en Visserij, 2012), vindt in de Westhoek een zichtbare inname van voormalige agrarische bedrijven door particulieren en niet-agrarische ondernemers plaats. Deze verburgering wordt beïnvloed door een voorkeur voor landelijke woonomgevingen, het huisvestingsbeleid en een tekort aan geschikte ondernemingsruimte en functieloze gebouwen op het platteland (Verhoeve en De Roo, 2008; Verhetsel et al., 2003; Vanneste et al., 2007; Tempels et al., 2012). Deze vorm van verstedelijking resulteert niet alleen in een gewijzigd landgebruik, maar evenzeer in een veranderende levensstijl (Madsen et al., 2010), waarbij productiviteit ten dele wordt vervangen door consumptie, met belangrijke gevolgen voor het landschap (Vlaamse Overheid, 2011).

## 11.2 Klimaatgerelateerde effecten op het watersysteem

Wateroverlast en verdroging gaan hand in hand in de Westhoek. Een steeds verdergaande toename in verhard oppervlak, wijzigend landgebruik en drainage van gronden zorgt voor een versnelde waterafvoer en een verminderde grondwateraanvulling. De stijgende waterbehoefte, zeker



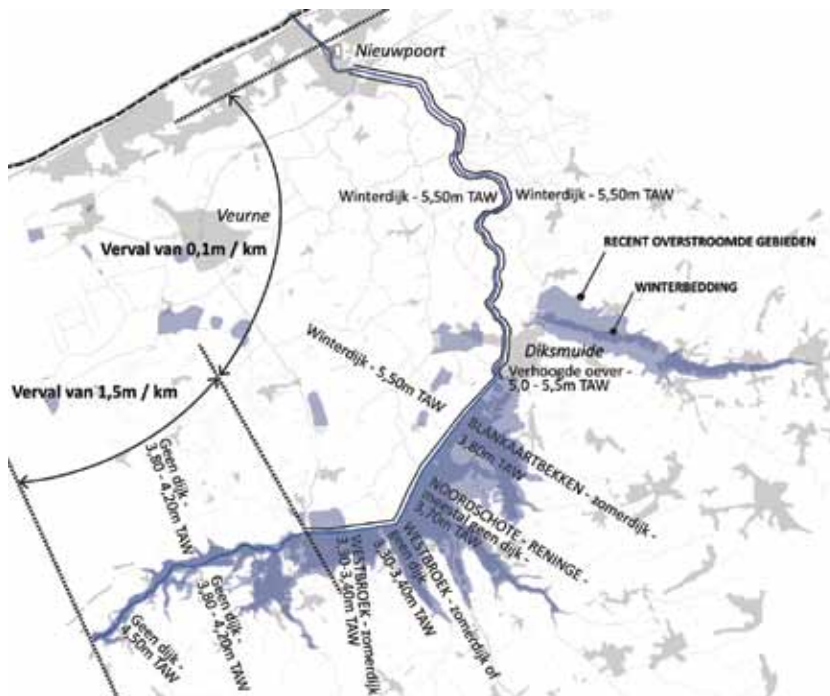
in zomerperiodes, legt op zijn beurt extra druk op de watervoorraad. In de toekomst voorspellen klimaatmodellen voor Vlaanderen bovendien kleinere neerslagvolumes in de zomer en een hogere gemiddelde temperatuur, met een verminderde beschikbaarheid aan water tot gevolg (Brouwers et al., 2008). Door kleine regionale verschillen is de daling in neerslag weliswaar minder sterk in de Westhoek dan in andere regio's in Vlaanderen. Anderzijds wordt er een hogere stormfrequentie verwacht aan de kust, een neerslagtoename van 10% in de Westhoek (Brouwers et al., 2009) en frequentere en heviger zomerstormen (De Sutter et al., 2011), met kansen op een grotere wateroverlast. In de volgende paragrafen wordt de huidige situatie van het watersysteem en zijn problematieken geschetst. Een extrapolatie naar de toekomst in het kader van klimaatveranderingen is zo eenvoudiger te maken.

### 11.2.1 Wateroverlast

#### **Polders**

De IJzer was historisch een getijdenrivier. Vandaag onderbreekt de Ganzenpoot, een stuw- en sluizencomplex in Nieuwpoort, de IJzer aan de getijdewerking van de zee en is het een typische neerslagrivier geworden. De polders, eens een intergetijdengebied waar overstromingen uit de zee en de rivieren alle ruimte hadden, vormen nu een via peilbeheer gestuurd landschap. Gezien de complexiteit en hoge kostprijs wordt het watersysteem reeds

155



Figuur 93 IJzerloop met (i) aanduiding winterbedding, (ii) Recent Overstroomde Gebieden, (iii) hoogte waarop broeken overstromen en (iv) het verschil in verval op de IJzer tussen zone landsgrens – Broeken en zone Broeken – Nieuwpoort. (eigen verwerking van Top10vGIS en Watertoets)

sinds het ontstaan van de polders door diverse actoren samen uitgebouwd en onderhouden. Zonder stuw zou een groot deel van het IJzerbekken onderhevig zijn aan intrusie van zeewater, met stuw is er maar een beperkt lozingsvenster. De gravitaire lozing van zoet water kan in normale omstandigheden enkel bij laagwater gebeuren, wat neerkomt op een lozingsvenster van 10-14 uur per dag (Vereecken et al., 2008). Bij de meest gunstige omstandigheden kan per getij een maximaal piekdebiet gehaald worden van 150 m<sup>3</sup>/sec. De piekverschillen in de Ganzenpoot gaan van zo goed als geen afvoer in droge periodes, over 8 m<sup>3</sup>/sec in normale omstandigheden, tot een 133 m<sup>3</sup>/sec in neerslagrijke periodes (Van den Berghe, 2012).

De IJzer is dus afhankelijk van het waterpeil van de Noordzee om af te wateren. Een gemiddeld hoogwaterpeil in de Noordzee is 4,00 m TAW. Bij een driejaarlijkse storm is dat peil 5,60 m TAW en bij een superstorm 8,00m TAW (Van der Biest et al., 2009; THV Vlaamse Baaien (ed.), 2010). Een waterpeil op de IJzer in Nieuwpoort bereikt echter reeds een alarmerend peil bij 4,58 m TAW, met reëel overstromingsgevaar en kans op schade aan de waterkerende infrastructuur (Vereecken et al., 2008). Bovendien gaan stormen op zee veelal gepaard met hevige neerslag in het binnenland. Typerend voor de polders is het overstromingsgevaar bij een gecombineerde dreiging door grote hoeveelheden afstromend neerslagwater en stormvloed aan zee (Hermens et al., 2010). Zo kon er tijdens de winter van 1993-1994 door hoge waterstanden gecombineerd met een stormvloed op zee twee dagen lang niet afgewaterd worden, met grote overstromingen en dreiging van een dijkdoorbraak als gevolg (Van Damme, 1997).

Stroomopwaarts zorgt de beperkte afvoer naar zee, een flessenhals ter hoogte van de stad Diksmuide, en grote verschillen in het verval van de IJzer voor jaarlijks terugkerende winteroverstromingen van de IJzer- en Handzamebroeken. Ten zuiden van Diksmuide kent de IJzer nog een wisselwerking met zijn stroomgebied. Aan de rechteroever wateren de bovenstroomse gebieden – het bekken van de Zuid-IJzer en het bekken van de Handzamevaart – volledig af via de IJzer en Handzamevaart. Na dit punt is de rivier echter gekanaliseerd. Bovendien verschilt het verval van de IJzer van 0,1 meter per kilometer in de polders ten opzichte van 1,5 meter per kilometer in het bovenstroomse gebied, wat zorgt voor een vertraagde afvoer in de broeken. Doordat de IJzer de grote hoeveelheden snel afstromend neerslagwater niet kan slikken, ontstaat er opstuwing ten zuiden van Diksmuide, de broeken van de IJzer en Handzamevallei, waardoor een natuurlijk wachtbekken ontstaat (Provoost, 1997). De broeken bestaan bijna uitsluitend uit grasland en zijn zo goed als onbebouwd. Hierdoor hebben winterse overstromingen, voor zover ze niet langer dan drie weken

duren, geen economische consequenties (Zwaenepoel en Verhaeghe, 2011). Enkel uitzonderlijke hoge waterstanden, zoals in 1993-1994 (Provoost, 1997), brengen huizen en infrastructuur in gevaar.

Waar voordien de bekkens van Veurne-Ambacht en Gistel-Ambacht afwaterden via de IJzer, werden deze tussen de 18<sup>de</sup> en 19<sup>de</sup> eeuw bijna volledig vervangen door een systeem van trekgrachten, vaarten en geulen. Het is een volledig onafhankelijk afwateringsstelsel dat het water afleidt naar afvoerstuwen en pompstations in de Ganzenpoot van Nieuwpoort (Provoost, 1997). Neerslagwater dat niet infiltreert in de bodem wordt opgevangen in grachten. Bij de meest recente polders werd er om voldoende buffering te krijgen, gezocht naar de juiste verhouding tussen het oppervlakte land en het oppervlakte water. Door recente landbouwhervormingen, grootschalige landbouw en ruilverkavelingen verminderen de hoeveelheid sloten echter (Pylyser, 2011), waardoor de kans op wateroverlast vergroot.

### ***West-Vlaamse heuvels***

Onder andere door de aanwezigheid van moerassige laagten en traagstromende en meanderende beken kenden de West-Vlaamse heuvels historisch een sterke sponswerking. De kaart 'risicozones voor overstromingen' (ROG) toont aan dat heden ten dage de West-Vlaamse heuvels dooraderd zijn door potentiële overstromingsgebieden. Hier zijn overstromingen vanuit een waterloop de belangrijkste oorzaak, gevolgd door overstromingen door oppervlakkig afstromend water (Watertoets 2011). De versnelde afvoer van hemelwater door verandering in landgebruik, schaalvergroting van percelen en het verdwijnen van kleine landschapselementen zorgt tegenwoordig echter voor een versnelde afvoer, waardoor de kans op overstromingen benedenstrooms vergroot (Degans et al., 2006).



157

*Figuur 95 Wateroverlast van 5 maart 2012 ((boven) Ria Van Lerberghe, (onder) Philippe Corneille)*



*Figuur 94 Een eigen waarneming tijdens de overstroming van 5 maart 2012 in de West-Vlaamse Heuvels illustreert een overstroming die nagenoeg dezelfde grenzen aannam als wat er in de watertoets aangeduid staat als risicozones voor overstromingen. De overstroming illustreert mooi het belang van de valleigebieden als natuurlijk en integraal opvangbekken voor de grote hoeveelheden neerslagwater. (links) normale situatie, (midden) risicozones voor overstromingen, (rechts) overstroming (eigen verwerking van GoogleEarth en Watertoets)*

11.2.2 Verdroging

Paradoxaal genoeg is de Westhoek tegelijkertijd één van de waterarmste streken van Vlaanderen (Allaert et al., 2006; Saeijs en Santbergen, 1998; Degans et al., 2007) die al altijd moeilijkheden heeft gekend met drinkwaterbevoorrading (Van den Berghe, 2012).

Enerzijds is er het probleem van de daling van de beschikbare hoeveelheid diep grondwater in West-Vlaanderen. De versnelde afvoer zorgt voor een verminderde aanvulling van het grondwater. Bovendien zorgen bestaande ruimtelijke ontwikkelingen, voornamelijk in toerisme, landbouw en voedingssector, voor een gigantische watervraag in de zomerperiode. Naarmate landbouw en de volledige agro-industrie zich hebben geïntensiveerd, was het gebruik van enkel freatisch grondwater niet meer voldoende. Deze grotere watervraag heeft geleid tot het aanboren van diepere grondwaterlagen. De grootteorde van het jaarlijks afgenomen debiet zorgt voor overexploitatie met zowel kwantitatieve als kwalitatieve gevolgen (De Breuck, 1991; Walraevens et al., 1994; Van Hecke en Meert, 2006). Uiteindelijk werd er door de overheid beslist om het vergunde debiet dat opgepompt wordt uit de diepste grondwaterlagen met 75% tegen 2015 af te bouwen (AMINAL, 2000). Op basis van de huidige voorzieningen vraagt het vervangen van grondwater door een andere bron echter technologische oplossingen met een hoge investeringsgraad, die enkel haalbaar zijn voor de grote groenteverwerkende industrie (Allaert et al., 2006).

	huishoudens	landbouw	industrie
IJzerbekken	36% (14,3 miljoen m <sup>2</sup> )	15% (5,8 miljoen m <sup>2</sup> )	49% (19,3 miljoen m <sup>2</sup> )
Vlaanderen	34%	6%	60%

*Tabel 10 Verhouding in waterverbruik (grond-, oppervlakte-, drink- en hemelwater) door de drie belangrijkste gebruikers (De Sutter, 2002). De vergelijking geeft aan dat landbouw (met hoofdzakelijk de voedings- en diepvriesindustrie (GOM (ed.), 2004)) in de Westhoek een grootgebruiker is. Binnen de waterbehoefte vervult hemelwater of oppervlaktewater het belangrijkste deel in voor de landbouw (D'Hooghe et al., 2007).*

Anderzijds is de IJzer volledig afhankelijk van neerslagwater, met sterk wisselende waterstanden voor gevolg. Daarenboven heeft de IJzer, in vergelijking met andere neerslagrivieren zoals het totale stroomgebied van de Maas (34.359 km<sup>2</sup>) en Schelde (28.304 km<sup>2</sup>) met een oppervlakte van 1.820 km<sup>2</sup> een klein opvanggebied. In de polders zorgen wijzigingen in het waterbeheer voor een peilinversie (Zwaenepoel en Verhaeghe, 2011) (Pylyser, 2011). In functie van de bemesting van hooilanden, het gebruik van steeds zwaardere landbouwvoertuigen en een snellere start van het

groeiseizoen wordt er gestreefd naar lage waterstanden (gemiddeld 1,80 m TAW) in de winter. Met het oog op een goede waterbevoorrading in het groeiseizoen wordt dan weer gestreefd naar een hoger peil (gemiddeld 2,10m TAW) in de zomer, met een bijkomende watervraag als gevolg. Hiervoor is echter meer gebiedsvreemd water nodig. Door de beperkte beschikbaarheid ervan vergroot de kans op verdroging en verzilting (Pylyser, 2011).

### 11.3 Een geresponsabiliseerd en gebiedsgedifferentieerd waterbeheer

In het kader van de voorspelde klimaatveranderingen vragen de problematieken van wateroverlast en watertekort, en de groeiende watervraag vanuit de industrie een integrale benadering van het watersysteem. Typische open ruimtevraagstukken zoals fragmentatie, transformatie van een productie naar een consumptielandschap, verburgering, nieuwe zonevreemde economische dynamiek en schaalvergroting stemmen dan weer tot nadenken over een (nieuwe) structuurdragend landschapssysteem. Een geïntegreerde aanpak op basis van watersysteem en landschapssysteem is daarom het meest geschikt om antwoorden te bieden op deze uiteenlopende ruimtelijke vragen. Daarbij doet dit concept enerzijds suggesties voor een waterbeheer waarbij elke actor op basis van gelijkwaardigheid bijdraagt aan en de verantwoordelijkheid opneemt voor een veerkrachtig water- en landschapssysteem. De complexiteit en versnippering van de problematiek vergt anderzijds ook een gebiedsspecifieke differentiatie in inrichtingsprincipes. In het concept wordt er naast een overkoepelende visie over het omgaan met het watersysteem door middel van ontwerpvoorstellen aangegeven hoe er meer in detail kan omgegaan worden met de huidige en toekomstige waterproblematiek.

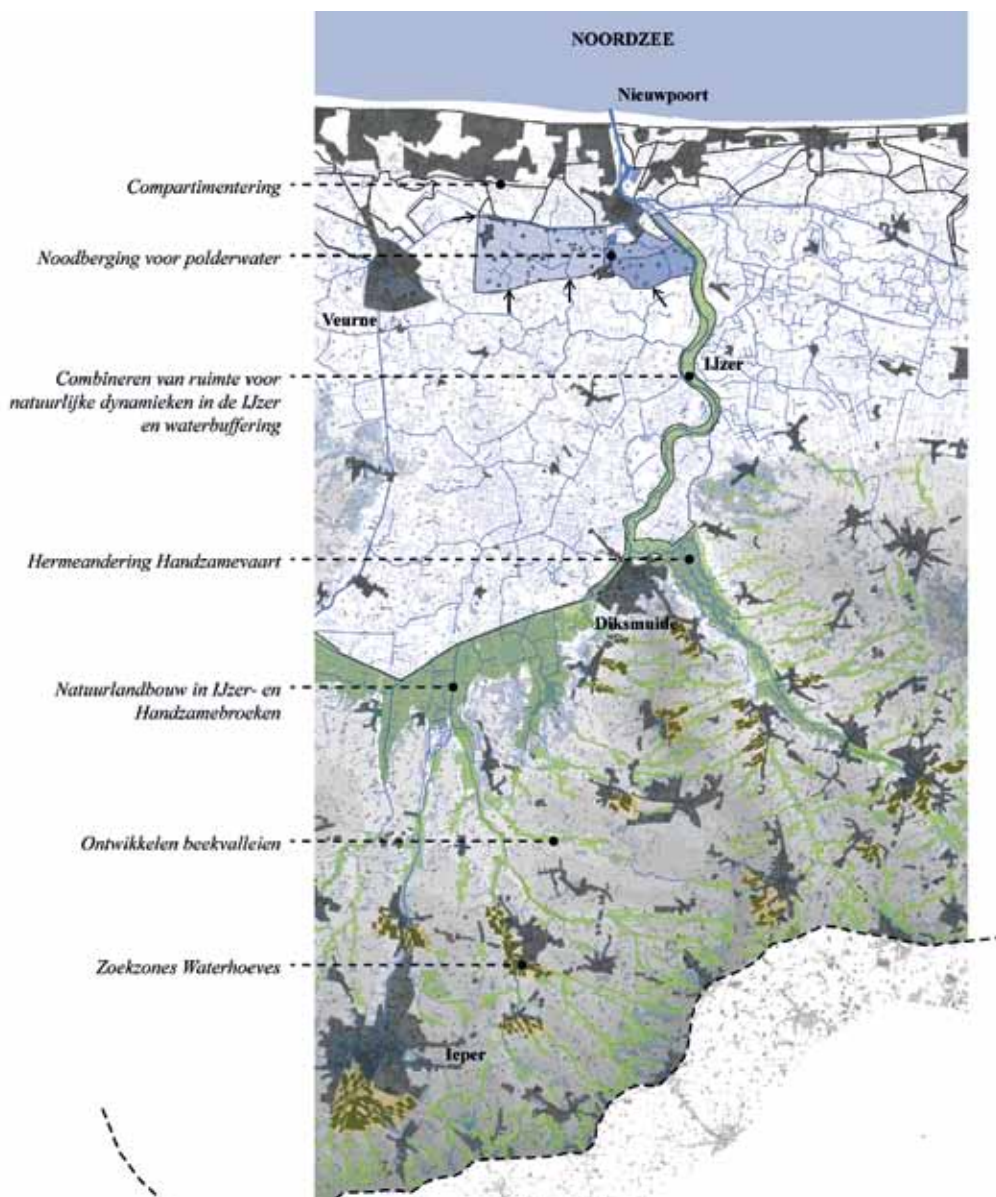
#### 11.3.1 Een veerkrachtig watersysteem

In het onderzoek werd er nagegaan hoe het watersysteem in de Westhoek versterkt kan worden op drie schaalniveaus, namelijk binnen het bekken als geheel, op het niveau van drie grote deelstructuren en voor een aantal afzonderlijke elementen. Centraal staat de optimalisatie van het watersysteem binnen elk schaalniveau en de koppeling ervan met de andere schaalniveaus.

Het bekken van de IJzer wordt onderverdeeld in drie grote waterstructuren, namelijk de West-Vlaamse Heuvels (de **heuvels**), de IJzer- en Handzamebroeken (de **broeken**) en de **polders**. In de **heuvels**



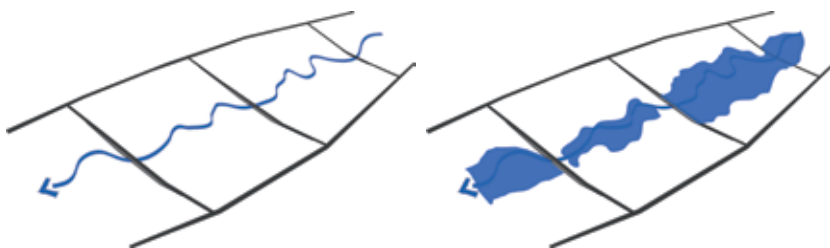
*Figuur 96 In het ontwerpend onderzoek wordt er in functie van een verschil in fysisch systeem een onderscheid gemaakt in drie deelgebieden, namelijk polders, broeken en heuvels (eigen verwerking van Top10vGIS).*



*Figuur 97 Masterplan voor een geresponsabiliseerd en gebiedsgedifferentieerd waterbeheer (eigen verwerking van Top10vGIS)*

is de ontwikkeling van de vele beekvalleien de belangrijkste doelstelling. De aaneenschakeling van honderden valleibekkens dient een waterbergend landschap te creëren in neerslagrijke periodes en een waterbufferend landschap voor droge periodes. De **broeken** zijn het buffervat van de Westhoek. Grote hoeveelheden neerslagwater worden er opgeslagen en langzaam terug vrijgegeven aan de IJzer of de polders. In de **polders** laten – zonder grootschalige omvormingen – de huidige landinrichting en de

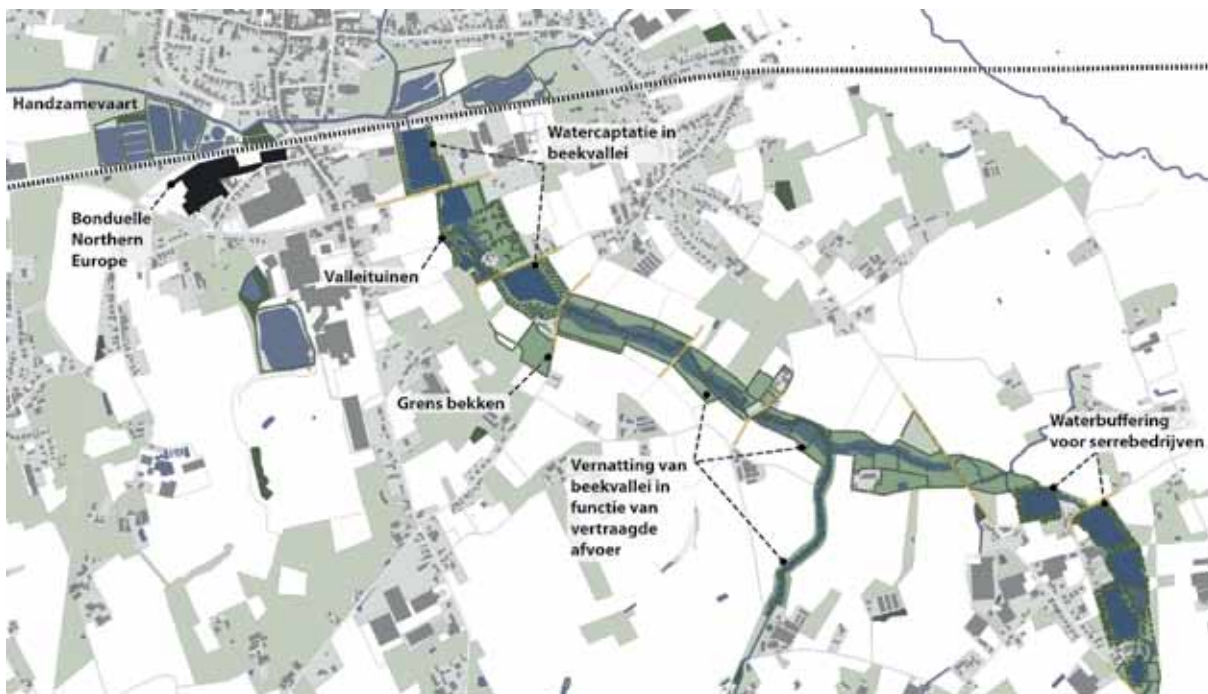




*Figuur 98 Concept beekvalleien in de West-Vlaamse Heuvels. Binnen elke valleikom wordt op zoek gegaan naar de maximale waterbuffering*



*Figuur 99 (links) Voorbeelden van overstromende valleibekkens, (rechts) overstroombare weg. ((links en midden) Philippe Corneille, (rechts) Ria Van Lerberghe)*



*Figuur 100 Opslag en hergebruik van oppervlaktewater voor voedingsindustrie door uitwerking van beekvallei als een combinatie van bufferbekkens voor wateropslag en geïntegreerde tuinen en natte meersen in functie van vertraagde afvoer van oppervlaktewater. Bovenstrooms bij serrebedrijven worden eveneens watercaptatiebekkens voorzien (eigen verwerking van Top10vGIS)*

abiotische kenmerken enkel een beperkte verhoging van de veerkracht toe. Ze zijn hoofdzakelijk afhankelijk van wateraanvoer uit andere streken, waaronder de **heuvels** en de **broeken**. Hierna wordt dieper ingegaan op de algemene visie voor de drie waterstructuren.

De beekvalleien in de **heuvels** hebben een ruimtelijke configuratie die potentieel is om water beter en langer vast te houden. Door kleinere afvoermogelijkheden onder de weg zorgen de transversale wegen door de vallei voor een vertraagde afstroom van neerslagwater. De komwerking die hierdoor ontstaat zorgt voor een aanzienlijke buffercapaciteit. Waterbouwkundige kunstwerken, herprofilering van de oevers, en verhoging van het grondpeil in waterlopen maken het mogelijk om infiltratie naar grondwaterlagen te verhogen en doorheen het jaar meer water te bufferen in bovenstroomse gebieden. Om wateroverlast in nabijgelegen bebouwing te voorkomen wordt een veiligheidsgrens ingebouwd tot waar de valleikom kan volstromen. Een voorbeeld van zo'n grens is het toepassen van overstroombare wegen. Per valleikom en in samenspraak met de betrokken landeigenaren en gebruikers wordt een inrichtingsplan opgemaakt. Mits het aanhouden van landschappelijke kwalitatieve regels kan voor de inrichting van een valleikom gekozen worden tussen natuurlijk en aangepast voor wateropslag en waterwinning voor landbouwdoeleinden.

De **broeken** vormen een belangrijke klimaatbuffer binnen de Westhoek. Door toekomstvisies en ontwikkelingen vanuit diverse sectoren – zoals natuur en drinkwatervoorziening – worden de **broeken** gedurende de laatste decennia stapsgewijs omgevormd tot een waterrijk landschap. Verderzetting van deze transformatie speelt in op huidige en toekomstige klimaatvraagstukken, namelijk het opvangen van overtollig neerslagwater uit de **heuvels** en de nood aan oppervlaktewater in de **polders**. Het huidige proces van verwerven en integraal beheren van deze gebieden zal toekomstige grootschalige ontwikkelingen in functie van natuur en klimaatadaptatie, zoals het hermeanderen van de IJzer en de Handzamelooop in functie van vertraagde oppervlaktewaterafvoer mogelijk maken.

In de **polders** stellen de polderbesturen zich momenteel als doel om een toestand van gunstige waterhuishouding te scheppen ten gunste van landbouw en in het algemeen belang van de ingelanden: woningen, dorpen, steden, industrieën en bedrijven. De marges waarbinnen het peilbeheer gehandhaafd wordt door verschillende polderbesturen, zitten echter zeer dicht bij de gevarenszone voor verzilting (Pylyser, 2011). Om als gevolg van verminderde neerslaghoeveelheden in de zomer verzilting te voorkomen moet ook peilverhoging in winterperiodes mee op te agenda te komen. In functie van wateroverlast zal herprofilering van grachten en uitbreiding



van het grachtenstelsel – niet direct in aantal, maar wel in oppervlakte – een eerste belangrijke stap zijn om heviger neerslag tijdens zomerstormen en grotere neerslagdebieten in winterperiodes op te vangen.

### 11.3.2 Responsabilisering

Om een integrale en gebiedsgerichte benadering in concrete acties op het terrein te vertalen zijn engagementen van alle betrokken publieke en private actoren onontbeerlijk. De rol van de overheid situeert zich in het uitzetten van gebiedsgerichte visies op het water- en landschapssysteem, op basis waarvan strategische projecten en samenwerkingsverbanden door lokale partners kunnen aangestuurd en ondersteund worden. Maximale aandacht dient hierbij uit te gaan naar het responsabiliseren van, het aanzetten tot het nemen van eigen verantwoordelijkheid door, lokale actoren door middel van ondersteuning, bewustmaking en activering. Uitgangspunt daarbij is dat elke actor, publiek en privaat, verantwoordelijkheid dient op te nemen in functie van de optimalisatie van het water- en landschapssysteem.

Als voorbeeld wordt hierbij een model voor een beekvallei uitgewerkt in de buurt van een dorp. In de beekvallei zijn diverse landschapsbepalende hoeves verspreid aanwezig, waarvan er een aantal in landbouwactiviteit zijn en andere exclusief een woonfunctie hebben. Voor deze beekvallei wordt door de diverse betrokkenen, zoals overheden en polderbestuur, een integrale gebiedsgerichte visie voorgesteld waarbij elk van de actoren specifieke verantwoordelijkheden toebedeeld krijgt in functie van waterbeheersing, optimalisatie van de biodiversiteit, landschapsontwikkeling en recreatieve ontsluiting. Ook de lokale bewoners worden betrokken. Bij de landbouwer kan de nadruk liggen op waterbeheersing door de aanleg van een bufferbekken dat tegelijkertijd voor waterbevoorrading kan zorgen. De taak van de burgers ligt dan weer voornamelijk in landschapsontwikkeling in functie van de vooropgestelde gebiedsgerichte visie. Vanzelfsprekend dienen de nodige instrumenten te worden voorzien die voldoende garanties bieden voor de realisatie van de vooropgestelde visie, en tegelijkertijd ondersteunend en activerend werken ten aanzien van private initiatieven. Stroomopwaarts van het dorp wordt op basis van een inschatting aan vereiste buffercapaciteit een buffergebied voorzien. Gezien de korte afstand tussen het gebied en het dorp, de goede aansluiting op openbare voorzieningen en de nood aan bijkomend woongebied wordt het gebied ingericht als 'ontwikkelingszone voor waterhoeves'. Binnen dit gebied wordt het juridisch mogelijk gemaakt om de bestaande hoeves om te vormen tot meergezinswoningen. De meerwaarde die deze ontwikkeling genereert, wordt ingezet in functie van: een actieve ontwikkeling van het water- en landschapssysteem in functie van de vooropgestelde visie.



Figuur 101 Ontwikkelingszone voor waterhoeves. Inzetten van particuliere initiatieven in functie van gemeenschappelijke doelstellingen als waterbuffering en voor het creëren van een kwaliteitsvol recreatief landschap (eigen verwerking van Top10vGIS)

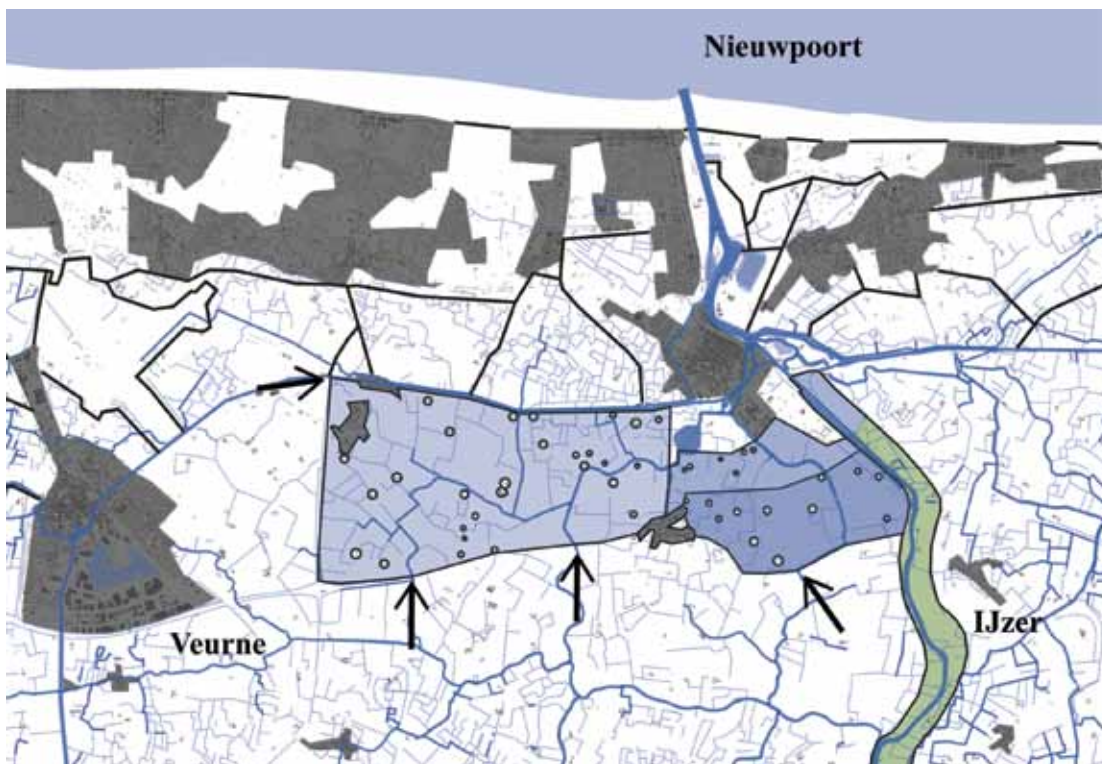
Figuur 102 Hoeves in noodberging blijven beschermd door een aarden wal omheen het ensemble (eigen verwerking van ontwerp kloosterboerderij door E'SCAPE & Green-YD)



### 11.3.3 Worstcasescenario's

Ontwerpend onderzoek in het kader van klimaatadaptatie gaat om toekomstvoorspellingen waardoor een mate van onzekerheid blijft bestaan. Zeker in de geest van klimaatverandering is het duidelijk dat deze onzekerheid stijgt naarmate er verder in de toekomst moet worden nagedacht. Worstcasescenario's zijn nuttig indien klimaatveranderingen heviger zijn dan voorspeld of plandoelstellingen niet gehaald kunnen worden.

In de Westhoek gaat dit over het ruimte scheppen voor de IJzer en het uitwerken van bergingspolders. Hierbij ontstaat er een rivierlandschap dat afdoende kan instaan voor afvoer en buffering van overtollig neerslagwater uit de broeken. Wateroverlast in bovenstroomse gebieden wordt zo vermeden. Extreme neerslag tijdens winterperiode in de polders kan dan weer opgevangen worden door het toepassen van bergingspolders. Deze polders dienen het bemalen, overtollige water uit nabijgelegen polders op te vangen totdat overstort naar zee of hergebruik in functie van landbouw of drinkwater mogelijk is. Een mogelijke locatie hiervoor zou zich



*Figuur 103 Ontwikkeling van een noodberging in de polders. (eigen verwerking van Top10vGIS) Bestaande boerderijen blijven beschermd door de herstelde wallen rondom de sites*

bijvoorbeeld dicht bij de stad Nieuwpoort kunnen bevinden om aansluiting op de verschillende afwateringsgrachten van de polders mogelijk te maken. Door de aanwezige bebouwing te transformeren volgens het authentiek model van 'wal-gracht-hoeve' wordt er een optimale wisselwerking gezocht tussen bescherming tegen wateroverlast en landschappelijke integratie. Het volledige poldergebied krijgt zo een hoge veiligheidsniveau, in ruil voor tijdelijke berging in een klein gebied.



*Figuur 104 De historische ontwikkeling (1<sup>ste</sup> figuur: duin met helmgras in Koksijde, Massart 1902 (bron: VLIZ databank) - 2<sup>de</sup> figuur: aanplanting pijnboombos in De Haan, Massart, 1908 (bron: VLIZ databank) - 3<sup>de</sup> figuur: zeedijk Blankenberge, 19<sup>de</sup>-20<sup>ste</sup> eeuw (bron: www.adore.ugent.be) - 4<sup>de</sup> figuur: zeedijk Oostende, 2003 (Cornilly, 2008))*

## Hoofdstuk 12 Een gecompartmenteerde kuststrook als raamwerk voor technische en ruimtelijke adaptatiemaatregelen

*Jeroen De Waegemaeker, Sally Lierman, Björn Verhofstede, Pieter Foré, David Verhoestraete*

Dit ontwerpend onderzoek bestudeert de kuststrook, de interfase tussen zee en land. Allereerst gaat het onderzoek in op de sterke verstedelijking die er de voorbije twee eeuwen plaats vond. Hierbij wordt bestudeerd hoe de huidige kustverdediging tot stand kwam. Vervolgens wordt onderzocht aan welke klimaatimpacten de kuststrook wordt blootgesteld. Nadat de uitdagingen op vlak van klimaatadaptatie zijn geformuleerd, komen de huidige adaptatieplannen aan bod. Vanuit het internationaal kader omtrent zeeveringsstrategieën wordt de Vlaamse kustlijn in vraag gesteld. Het CcASPAR-project stelt een gedifferentieerde aanpak door het compartimenteren van de kuststrook voorop, als kader voor zowel infrastructurele als ruimtelijke maatregelen. Bij het compartimenteren zet men niet langer in op één kustlijn maar worden systemen en de bijbehorende veiligheidsniveaus lokaal herdacht. Eerst wordt ingegaan op de potenties van een dergelijke aanpak. Vervolgens wordt nagegaan hoe zo'n gecompartmenteerde kuststrook aan de Vlaamse kust vorm kan krijgen. Ten slotte schetst een gevalstudie voor de regio Middelkerke-Oostende-Bredene de kwaliteiten van de gecompartmenteerde kust.

### 12.1 Van duinenlandschap naar Atlantic Wall

Na drie eeuwen inpolderen is het brede, dynamische wad, met een getijdenwerking tot in Diksmuide en Brugge, getransformeerd tot een star polderlandschap. Een duinengordel en enkele zeedijken ter hoogte van de IJzer, Oostende en het Zwin schermen het land af van invloeden uit zee. Eeuwenlang was deze duinengordel een zandlandschap gekenmerkt door natuurlijke verstuivingsprocessen. Vanaf het midden van de 18<sup>de</sup> eeuw werden de stuivende duinen gefixeerd om de vruchtbare polders tegen het stuivende zand te beschermen. Maatregelen zoals takkenschermen, helmgrasaanplantingen en bosaanleg hielden het zand bijeen en zorgden voor een landschappelijke metamorfose van kale zandheuvelds naar groene duinen (Bonte, 2004; Bonte, 2005).

Met het kusttoerisme als drijfveer ontwikkelde de duinengordel zich tot een lijnstad: een aaneenschakeling van badplaatsen, campings,



vakantiedorpen, havengebieden en verkavelingen. Deze toeristische ontplooiing van de kust was een samengaan van een stedenbouwkundig en een infrastructureel project (Van Acker, 2011). Vanuit de twee oudste badplaatsen Oostende en Blankenberge verspreidde het kusttoerisme zich over de hele Belgische kuststrook. De kusttram en Koninklijke Baan werden doorheen de duinen uitgerold en vormden de ruggengraat voor nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Vanaf het midden van de negentiende eeuw begon men met de uitbouw van een zeedijk. De dijk was in oorsprong een kustverdedigingsproject, maar werd al snel een katalysator voor toerisme; een belangrijk instrument in de vastgoedontwikkeling (Van Acker, 2011; Uyttenhove, 2011). De voorste duinenrij werd platgewalst en met planken of stenen bekleed terwijl men de aangrenzende gronden verkocht om villa's of hotels op te bouwen. De zeedijk was mede een geïmproviseerd antwoord op de verlangens van de toerist naar een eindeloos, ongehinderd zicht op zee en groeide uit tot een essentieel onderdeel van elke badplaats: een verhoogde promenade als scherpe grens tussen zee en land.

Sinds de beide wereldoorlogen beschikken meer en meer Belgen over de nodige tijd en middelen en zakken ze in steeds grotere getale af naar zee. De verfijnde architectuur van villa's en hotels maakte, vanaf de jaren 1960, plaats voor monotone blokkendozen; de zeedijk werd een karakterloze Atlantic Wall<sup>1</sup> (Clybouw et al., 1987; Cornilly, 2008). Opnieuw werd aan de kustlijn gesleuteld. Aanvankelijk werd vooral gebruik gemaakt van harde technieken, zoals dijken, duinvoetversterkingen en strandhoofden. Vanaf de jaren 1970 en 1980 werd een beroep gedaan op zachte maatregelen, zoals helmgrasaanplantingen en strand- en duinsuppleties. Zo ontwikkelde de Belgische kust zich tot een versteende kuststrook: een sterk verstedelijkte regio waar dijken en strandsuppleties voor de nodige kustverdediging zorgen.



Figuur 105 Verstedelijking en 'hardheid' van de Belgische kust (Eurosion, 2004)

<sup>1</sup> Atlantic Wall is een term die vele architecten en planners graag in de mond nemen. Het is een karikatuur van de huidige ruimtelijke situatie aan de kust: een onafgebroken rij van appartementen en de versnipperde bebouwing langsheen de kustlijn. Het spottende begrip is afgeleid van de Duitse term Atlantikwall, de verdedigingslinie die Hitler liet uitbouwen om zich tegen een aanval vanuit het westen te verdedigen.

## 12.2 Klimaatproblematiek? Meer dan superstormen!

De klimaatproblematiek brengt een versnelde zeespiegelstijging teweeg. De kustlandschappen zullen dit nieuwe tempo niet kunnen volgen op natuurlijke wijze. Aan de Belgische kust wordt deze natuurlijke dynamiek bovendien sterk gehinderd of quasi onmogelijk gemaakt door de verstedelijking en de harde infrastructuur. Door verhoogde kusterosie zal het strandoppervlak stelselmatig verkleinen. Het verlies aan strandoppervlakte tegen 2100 wordt tussen de 17 en de 50 procent geraamd (Van der Biest et al., 2009).

Ook de kans op zware stormen neemt toe. Een hogere waterstand, en bijgevolg dieper water nabij het strand, veroorzaakt grotere golven. Huidige modellen voorspellen vier meter hogere stormgolven wanneer de zeespiegel één meter zou stijgen (Reyns, 2011). De impact van een storm zal onvermijdelijk toenemen en de kans op een zogenaamde superstorm<sup>2</sup> wordt steeds groter. Indien we het huidige veiligheidsniveau willen behouden (of verhogen) moeten er maatregelen genomen worden om de nodige kustveiligheid te garanderen.

Maar daarnaast is de kuststrook ook onderhevig aan de klimaatimpacten op het watersysteem zoals die in deel I werden beschreven. Net als in de rest van het kustgebied verhoogt in de kuststrook het risico op overstromingen vanuit IJzer en kanalen en overstromingen in de polders door onder meer het krimpende tijvenster. Verder zetten verdroging en verzilting er de kuststrook onder druk. Ook deze klimaatimpacten dienen in een adaptatieplan voor de kuststrook te worden meegenomen.

## 12.3 Een kritische kijk op bestaande klimaatplannen

### 12.3.1 De plannen voor de Vlaamse kust in een internationaal perspectief

Het *Intergovernmental Panel on Climate Change* levert een internationaal kader voor de debatten betreffende zeewering (IPCC CZMS, 1990; Klein en Tol, 1997). Er worden drie strategieën onderscheiden; *protect*, *accommodate* en *retreat*. De *protect*-strategie focust zich op het verkleinen of het klein houden van de kans op ongevallen door het versterken van de kustlijn (*hold the line*) of door voor de kustlijn nieuwe barrières uit te bouwen

---

<sup>2</sup> Een superstorm is een storm die slechts zelden voorvalt maar die erg grote schade kan berokkenen door hoge golven. Op dergelijke superstormen wordt de kustverdediging berekend. In Vlaanderen is (voorlopig) de 1000-jarige storm ingesteld als minimale veiligheidsnorm.

(*advance the line*). Bij *accomodate* werkt men echter aan een verhoogde flexibiliteit. De *retreat*-strategie stelt een verminderde kwetsbaarheid door het afbouwen van menselijke activiteiten voorop.

De eerste klimaatplannen voor de Belgische kust zijn inmiddels opgesteld. De Vlaamse overheid (Afdeling Kust) ontwikkelde het masterplan Kustveiligheid en daarnaast stelden private actoren het masterplan Vlaamse Baaien voorop (THV Vlaamse Baaien, 2010; Afdeling Kust, 2011). Beide plannen fixeren zich op het zeeweringsvraagstuk en vertrekken vanuit eenzelfde invalshoek, namelijk *protect*. De huidige ontwikkelingen en veiligheidsniveaus worden niet in vraag gesteld en moeten in de toekomst kost wat kost gehandhaafd worden. Een versterking van de huidige kustlijn, *hold the line* zoals in het masterplan Kustveiligheid, of een nieuwe, zeewaartse kustlijn, *advance the line* zoals in het masterplan Vlaamse Baaien, moeten in de toekomst de nodige bescherming bieden.

### 12.3.2 Het masterplan Kustveiligheid

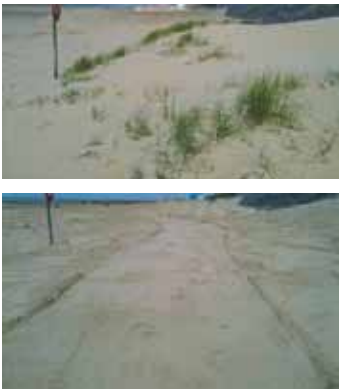
Het masterplan Kustveiligheid doet een beroep op traditionele technieken zoals zandsuppleties en dijkverhogingen om de veiligheid te garanderen. Herhaalde strandophogingen, aaneengesloten zitbanken op de dijk en een betonnen balustrade als vermomde dijkverhogingen volstaan voorlopig.

169



*Figuur 106 (links) Impressie van de komende dijkverhoging (masterplan Kustveiligheid), (rechts) Impressie van de daaropvolgende dijkverhoging (eigen bewerking)*

Het is de vraag of deze maatregelen ook na 2050, de planningshorizon van het masterplan Kustveiligheid, haalbaar en betaalbaar<sup>3</sup> blijven. Zullen we ook een volgende dijkverhoging – bij nieuwe voorspellingen over de zeespiegelstijging – kunnen maskeren of bouwen we op termijn noodgedwongen een muur op de zeedijk? De zeespiegelstijging zet zich door en elke risicobeperkende maatregel is slechts tijdelijk. Om het huidige veiligheidsniveau te handhaven, zal het systeem steeds verder moeten worden uitgebreid. Keer op keer worden (infra-)structuren verder uitgebreid waardoor het steeds moeilijker wordt om op de beslissingen terug te keren. Wanneer de zeespiegelstijging alle (huidige) verwachtingen overtreft, is de uitbouw van een (dure) superdijk de enige optie om alle voorgaande investeringen veilig te stellen.



*Figuur 107 Fotoreportage over het tegengaan van spontane duinvorming (Fotograaf: Johan Kindt)*

Het masterplan Kustveiligheid suggereert dat strandsuppleties de nodige flexibiliteit bieden. Het plan spreekt over ‘oplossingen waar we geen spijt van krijgen’ en stelt het streven naar een veerkrachtige kust voorop. Maar de klassieke maatregelen en de natuurlijke veerkracht van de kust lijken vandaag überhaupt onverzoeenbaar. Versnelde zeespiegelstijging zet algemeen een verhoogde kusterosie op gang (Brown, 2002), maar het plaatselijke effect hangt steeds af van de lokale zandbalans (Stive, 2002). Gelet op de natuurlijke variatie in aanwas- en afslagzones op het Vlaamse strand vindt er naast kusterosie ook spontane duinvorming plaats (De Moor, 2006). Het strand bleef in de gewestplannen onbestemd maar sinds het duinendecreet uit 1992 worden deze prille duinen als natuurgebied beschermd. Zokregen sommige stranden veeleer incidenteel een bestemming als natuurgebied (Bogaert, 2008). Om een dergelijke natuurbescherming en de bijbehorende beperkingen voor onder meer strandrecreatie te voorkomen, worden vandaag de prille duinen vaak platgewalst (interview coördinatiepunt duurzaam kustbeheer) terwijl andere zones kunstmatig worden opgespoten. Deze schijnbare tegenstelling zet aan tot nadenken; is het idee van één kustlijn en één soort veiligheidsniveau langsheen 67 kilometer kust onhaalbaar en onjuist?

Bovendien stelt zich de vraag hoe andere klimaatproblemen in dit plan worden meegenomen. Versterken van de huidige kustlijn biedt geen oplossing voor onder meer het afwateren en het verzilten. In de eerstkomende jaren wordt gesleuteld aan de kustverdediging van de Belgische kust. Maar daarna moeten mogelijk de rivier- en kanaaldijken worden verhoogd of moeten er extra pompen geplaatst worden. Later worden ook verzilting en droogte problemen waardoor men een beroep

3 Vandaag wordt de kostprijs van het masterplan Kustveiligheid op 300 miljoen euro geraamd en de nieuwe stranden zouden jaarlijks 8 miljoen euro kosten aan onderhoud (Afdeling Kust, 2011).



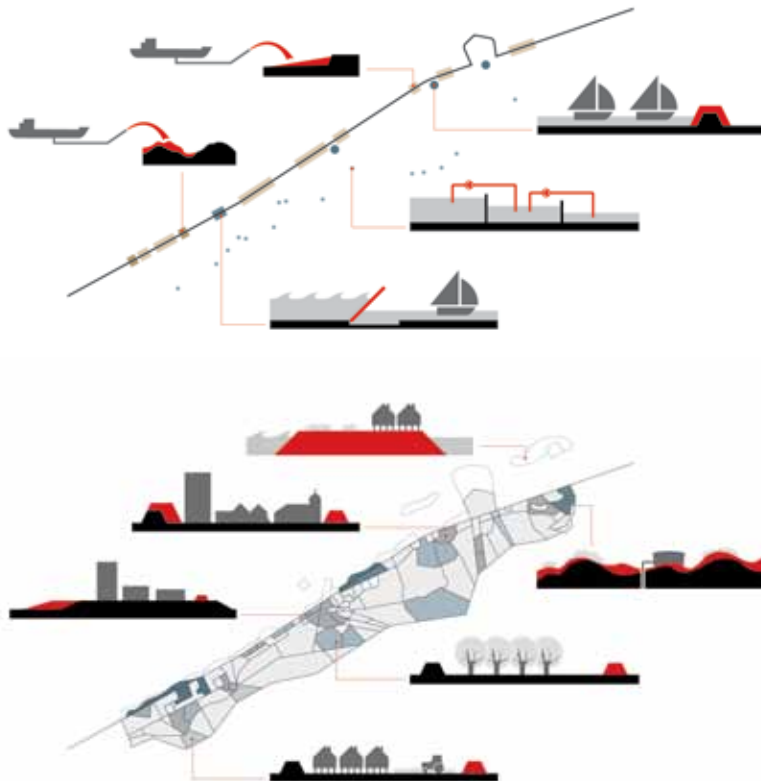
moet doen op andere watervoorzieningen. Het masterplan Kustveiligheid dreigt een versnipperde aanpak van de klimaatimpacten in gang te zetten.

## 12.4 Het compartimenteren van de kuststrook

### 12.4.1 Het compartimenteren stelt de huidige kustlijn lokaal in vraag

Een weldoordachte visie over de ontwikkeling op korte en lange termijn is noodzakelijk. Maatregelen die we vandaag treffen, kunnen in de toekomst een hinderpaal vormen om alternatieve adaptatiestrategieën door te voeren. Voor we dijkverhogingen en suppleties als enige, zaligmakende oplossingen verkiezen, is het belangrijk meer oplossingen in kaart te brengen.

Zowel het masterplan Kustveiligheid als het masterplan Vlaamse Baaien stellen de huidige kustlijn niet in vraag. Om het huidige debat open te trekken, bestudeerde CcASPAR door middel van ontwerpend onderzoek het compartimenteren. Hierbij worden de klimaatimpacten op de kuststrook op een gedifferentieerde manier aangepakt. Het idee van één strategie voor de hele Belgische kust wordt verlaten en maakt plaats voor lokale adaptatiemaatregelen en ontwikkelingsscenario's.



*Figuur 108 (boven) 'Hold the line' – principe, (onder) Een gecompartmenteerde kuststrook*

Aangezien overstromingen – zowel zoete als zoute – belangrijke klimaatimpacten zijn in de kuststreek, vertaalt de compartimenteringsstrategie zich in een zoektocht naar de uitbouw van nieuwe dijkstructuren in het polderlandschap. Andere klimaatimpacten – verdroging, verzilting, verminderde afwatering, enz. – hebben vooral invloed op het peilbeheer en de afwatering. Het is daarom belangrijk dat deelgebieden op waterbouwkundig vlak (zoveel als mogelijk) onafhankelijk van mekaar zijn opdat in elk gebied de gepaste strategie kan worden doorgevoerd. Binnen één deelgebied moet bijvoorbeeld één peilbeheer mogelijk zijn. Bij het compartimenteren van de kust wordt bijgevolg ook rekening gehouden met de aanwezige waterstructuur.

De klimaatadaptatie wordt op schaal van de compartimenten bekeken. Daarbij worden het huidige systeem en de bijbehorende veiligheidsnormen in vraag gesteld. Voor sommige compartimenten wordt beroep gedaan op klassieke, technocratische maatregelen zoals dijkverhogingen en suppleties. In andere compartimenten worden ruimtelijke maatregelen zoals verhoogde gebouwen en vluchtroutes, zoutresistente gewassen en bouwverbod mee ingeschakeld om de klimaatimpacten op te vangen. Het compartimenteren heeft niet tot doel om bestemmingen vast te leggen maar vertaalt zich in klimaatcondities per compartiment. Deze condities zijn spelregels voor het ruimtegebruik en zorgen voor de nodige ruimte voor het klimaat. In principe zijn klimaatcondities en ruimtegebruik steeds verzoenbaar mits de nodige maatregelen.

#### 12.4.2 De gecompartmenteerde kuststrook als flexibel kader

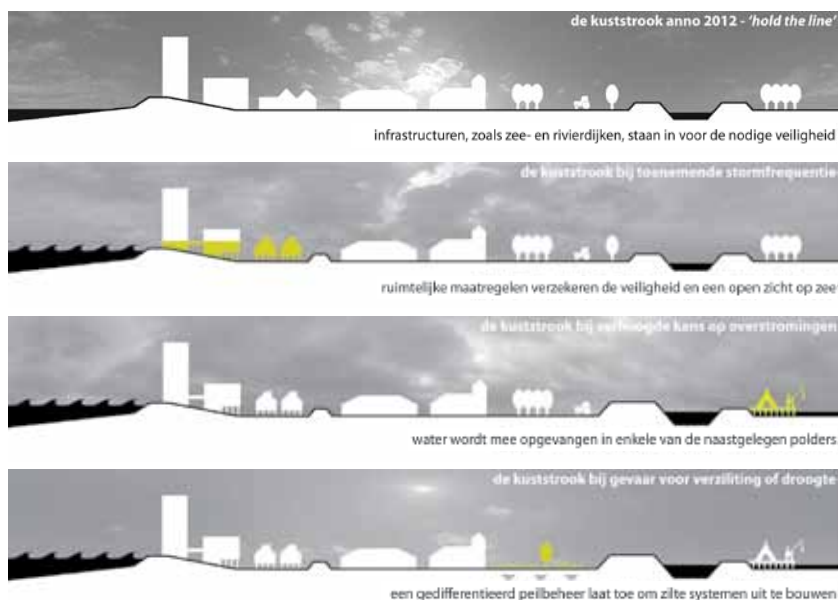
In tegenstelling tot het masterplan Kustveiligheid dat de huidige kustlijn fixeert, biedt het compartimenteren een breed en flexibel kader waarin alle klimaatimpacten op zowel korte als lange termijn kunnen geïntegreerd worden. Het compartimenteren houdt rekening met een aanhoudende opwarming van de aarde waarbij alle klimaatimpacten steeds signifikanter worden en adaptatiemaatregelen bijgevolg achterhaald raken. Het volgende verhaal, geïllustreerd met enkele conceptsneden, verduidelijkt de flexibiliteit en de perspectieven op de lange termijn van een gecompartmenteerde kust. Stel dat eerst de veiligheidsnorm voor overstromingen vanuit zee plaatselijk wordt overschreden. Het compartimenteren maakt het mogelijk om die norm plaatselijk te herzien. Men moet zich de vraag stellen of de verhoogde kans op stormen er daadwerkelijk een groot probleem vormt en of het ruimtegebruik aan het nieuwe, grotere risico kan worden aangepast. Wordt er gekozen om ruimtelijke maatregelen in een gebied door te voeren, dan moet er nagedacht worden over (berm-)structuren die deze zone afbakenen. Diezelfde redenering kan worden toegepast wanneer later de kans op overstromingen vanuit IJzer of kanalen ontoelaatbaar groot wordt of wanneer verzilting en/of verdroging plaatselijk problematisch worden.

Eens de gecompartmenteerde kuststrook volledig ontplooid is, kan elke (klimaatgerelateerde) schok worden opgevangen. Zo vangt ze zowel een zware storm op zee, extreme droogte als intense neerslag in het achterland op. De gecompartmenteerde kuststrook vormt een veerkrachtig raakvlak tussen zee en land die, ongeacht de schaal van de klimaatimpacten, steeds de nodige bescherming biedt.

Deze flexibiliteit laat ook toe om de investeringen te spreiden in de tijd. Het raamwerk moet niet op één jaar gefinaliseerd worden maar is het resultaat van een herhaaldelijk in vraag stellen van de kustlijn. Het compartimenteren biedt vooral de mogelijkheid om een doordacht stappenplan uit te werken waardoor (grote) investeringen, zowel in technische als in ruimtelijke maatregelen, niet steeds herzien moeten worden. Bovendien is het compartimenteren een aanpak waarbij de dure adaptatiemaatregelen worden vermeden indien ze lokaal niet de meest geschikte oplossing zijn. Kosten en baten worden plaatselijk getoetst.

Het compartimenteren maakt het verder mogelijk om de dynamieken van het fysisch systeem, zoals bijvoorbeeld de natuurlijke duinvorming, mee in te schakelen. Daar waar mogelijk zorgt de natuurlijke veerkracht, inherent aan het kustgebied, voor klimaatadaptatie. Naast natuurontwikkeling kan het compartimenteren ook aangewend worden als impuls voor andere ruimtegebruiken. Het herzien van een systeem in een welbepaald compartiment schept mogelijkheden om een (pilot-)project te ontwikkelen dat op de lokale potenties van de klimaatverandering inspeelt. Dit aspect komt in de casus uitgebreider aan bod.

173



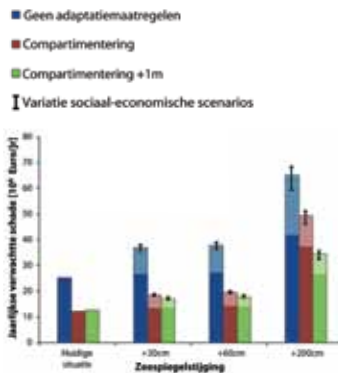
*Figuur 109 Concepttekening langetermijn-ontwikkeling van het compartimenteren*

## Het doorrekenen van klimaat- en socio-economische scenario's in het kader van het compartimenteren

*Elco Koks, Hans de Moel, Laurens Bouwer*

De compartimentering is een strategie die bij scheepsbouw en brandveiligheid wordt ingezet om grote schade bij rampen te voorkomen. In het CcASPAR-onderzoek bestudeerde het Instituut voor Milieuvraagstukken (onderdeel van de Vrije Universiteit Amsterdam) het effect van het compartimenteren op het overstromingsrisico voor de Vlaamse kust. De focus van het onderzoek ligt hierbij op de invloed van het versterken en/of ophogen van bestaande lijnelementen en de ruimtelijke maatregelen binnen het compartimenteren zijn hierin niet meegenomen. Daarnaast is de invloed van het beheersen van de omvang van de schade door het beperken van urbane ontwikkelingen in mogelijk overstroombare gebieden berekend.

In deze studie zijn een landgebruiksmodel, een overstromingsmodel en een schademodel gecombineerd om overstromingsrisico's (gedefinieerd als kans maal gevolg) te berekenen. Hierbij wordt rekening gehouden met toekomstige veranderingen in klimaat (drie scenario's voor zeespiegelstijging) en landgebruik (vier socio-economische scenario's). Met deze methode is het effect van compartimentering en het limiteren van urbane ontwikkelingen op het overstromingsrisico bepaald, zowel nu als in de toekomst.



*Figuur 110 Verwachte jaarlijkse schade t.o.v. de zeespiegelstijging. De donkere kleur in elke balk geeft de jaarlijks te verwachten schade met klimaatverandering alleen, de lichtere kleur met zowel het klimaat- en socio-economische veranderingen. De bovenzijde van elke balk is het gemiddelde van de verschillende socio-economische scenario's. De foutbalken presenteren het bereik in de socio-economische scenario's (d.w.z. de variatie in jaarlijks verwachte schade tussen de A1 en de B2 scenario's)*

De risicoberekeningen laten zien dat zonder enige adaptatiemaatregel de toekomstige overstromingsrisico's voor de Vlaamse kust met 40 à 50% kunnen toenemen tot aan het jaar 2040 (zie blauwe staven in Figuur 110). Van deze toename, wordt tussen de 30 en 40% van het risico veroorzaakt door toekomstige socio-economische veranderingen en slechts ongeveer 6% is het gevolg van klimaatverandering. Pas bij een scenario met extreme zeespiegelstijging (+200 cm) in 2100 zorgt klimaatverandering voor een hogere toename in risico dan socio-economische veranderingen (65% door klimaatverandering versus de 30-40% door socio-economische verandering). Figuur 110 laat zien dat compartimentering resulteert in een gemiddeld risico afname van ongeveer 50% voor zowel de huidige situatie als voor toekomstige scenario's (vergelijk de rode met de blauwe staven). Met uitzondering van het meest extreme klimaatscenario, compenseert compartimentering met succes de negatieve weerslag van toekomstige socio-economische groei en klimaatverandering op overstromingsrisico's voor de Vlaamse kust. Als we de lijnelementen met nog eens één meter verhogen,

zien we alleen voor +200 cm zeespiegelstijging een sterkere afname in risico. Bij een relatief kleine zeespiegelstijging is alleen het dusdanig verhogen van bestaande lijnelementen tot gesloten compartimenten al voldoende om voor een sterke afname in overstromingsrisico te zorgen.

Er zijn echter grote lokale verschillen gevonden bij de implementatie van compartimentering. Figuur 111 laat het effect van compartimenteren op het overstromingsgebied zien op een kleinere schaal voor twee gebieden. Hieruit blijkt duidelijk dat voor gebied 1 het overstromingsgebied succesvol verkleint, met als resultaat een beduidend lager overstromingsrisico tot gevolg. Maar voor gebied 2 resulteert compartimentering voornamelijk in een verandering van welk gebied onder water loopt. Dit zorgt toch nog voor een afname van het overstromingsrisico (het overstroomde gebied veranderd van bebouwd gebied in agrarisch gebied). Bouwrestricties voor urbaan landgebruik resulteren in een lagere risicoreductie ten opzichte van compartimentering omdat bouwrestricties enkel de toename in risico kunnen verlagen, en niet het bestaande risico. Resultaten laten een vermindering van het toekomstig overstromingsrisico zien van ongeveer 6-10%.

Een andere manier om de overstromingsrisico's te verminderen is door de primaire waterkeringen te versterken (het zogeheten '*Hold the line*-principe'). Deze studie is uitgegaan van overstromingen met herhalingsstijden vanaf 100 jaar. Als primaire waterkeringen zodanig zouden worden versterkt dat ze een stormvloed kunnen keren met herhalingsstijden vanaf 1000 jaar, zal het overstromingsrisico worden verminderen met bijna 80%. Het is daarom opportuun dat verschillende maatregelen onderzocht worden voor ieder gebied apart om te beoordelen welke maatregelen het meest effectief zijn voor elke specifieke locatie. De combinatie van effectiviteit, haalbaarheid en kosten kan vervolgens resulteren in een optimale keuze van maatregelen om overstromingsrisico's voor de Vlaamse kust te reduceren.

Ten slotte moet worden opgemerkt dat ook havengebieden kwetsbaar zijn voor overstromingen. In onze berekeningen overtrof het overstromingsrisico in havengebieden dat van het risico van de kustzone in de door dijken beschermde gebieden. Hier zijn echter geen adaptatiemaatregelen getest daar de onderzochte adaptatiemaatregelen niet geschikt zijn voor havengebieden en de methode om overstromingsrisico's van havens in te schatten nog in de kinderschoenen staat. Er is daarom meer vervolgonderzoek nodig om het overstromingsrisico's correct te simuleren in havens en om zo mogelijke adaptatiemaatregelen te kunnen testen.



Figuur 111 De invloed van overstromingen in Oostende (1) en Blankenberge (2) (Eigen bewerking van Kaartgegevens © OpenStreetMap-auteurs, met overstromingsmodel CcASPAR)

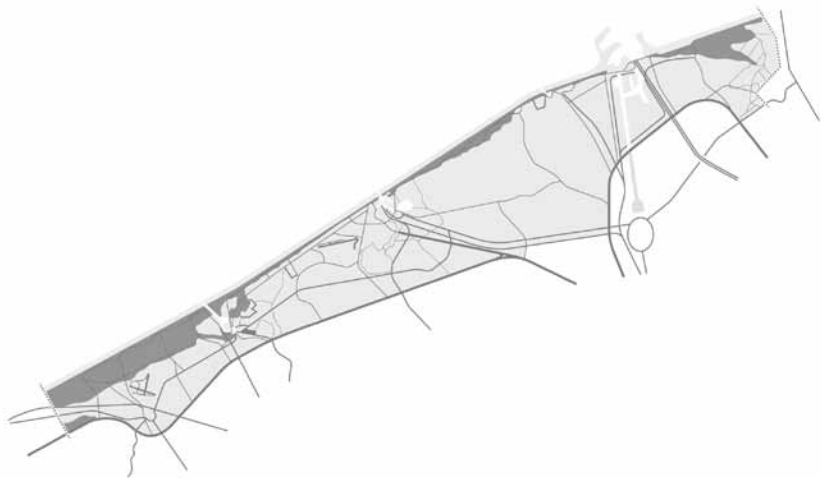
*Figuur 112 Overzicht historische ontwikkeling dijkennetwerk (eigen verwerking van bronnen (onder naar boven): Kabinetskaart van de Ferraris ca. 1775, Vandermaelen ca.1850, Carte militaire 1923, Topokaart 1998)*



#### 12.4.3 Het inzetten van de oude infrastructuren in het kustgebied

Een uitwerking van de compartimenten vertaalt zich in de aanleg van een dijkennetwerk in het vlakke polderlandschap. De mens bracht in de voorbije 1000 jaar reeds heel wat bermstructuren in de Vlaamse kuststreek aan. Eeuw na eeuw werden nieuwe infrastructuur in het gebied uitgebouwd waaronder zee- en rivierdijken, spoor- en tramwegen, autowegen, luchthavens, geluid- en zichtwallen. Elke nieuwe laag vormde artificiële (micro-)reliëfverschillen in het landschap.

Het zijn deze reliëfverschillen en lijnelementen die al een zichtbaar remmend effect hebben in de overstromingsmodellen die voor het masterplan Kustveiligheid werden ontwikkeld. Dit ontwerpend onderzoek neemt het raamwerk van historische en recente bermstructuren als basis voor het dijkennetwerk binnen de gecompartmenteerde kuststrook. Dit huidige raamwerk is uiteraard geen kant en klaar dijkennetwerk. Vele van de bestaande structuren zijn niet op een dergelijk gebruik berekend. Zo zijn bepaalde bermen te laag, worden ze regelmatig onderbroken door tunnels of zijn ze in de loop der jaren grotendeels afgegraven.



*Figuur 113 De gecompartmenteerde kust op basis van oude bermstructuren*

#### 12.4.4 Een herschaling van de klimaatproblematiek

Nu de kuststrook opgedeeld is, werd het huidige systeem en de bijbehorende veiligheidsniveaus lokaal – dit wil zeggen compartiment per compartiment – herbekeken. Daarbij werd nagegaan in hoeverre een overstroming vanuit zee of achterland dramatisch is en werd onderzocht of verzilting en verdroging daadwerkelijk een probleem vormde voor het plaatselijk ruimtegebruik. Het ontwerpend onderzoek omtrent compartimenteren steunt hierbij op een tweedelige GIS-analyse.

Een eerste luik van de GIS-analyse brengt de fysische kenmerken van elk compartiment (zoals de gemiddelde hoogte, de bodemsamenstelling en de hoogte van de zoutwatertafel) in kaart. Het zijn deze fysische kenmerken die bepalen in welke mate een compartiment onderhevig is aan de klimaatproblematiek(en) en/of hoe kwetsbaar een compartiment is voor de klimaatimpact. De hoogte van een compartiment is bijvoorbeeld onder meer bepaald voor het risico op drainageproblemen en de gevolgen van een overstroming (zoet en zout).

Om het overzicht te bewaren, zijn de fysische kenmerken samengevat in drie thematieken: zee, rivier (en kanalen) en polders. Elke thematiek maakt een inschatting van de druk die de klimaatverandering induceert op het huidige systeem. Het thema zee gaat in op het risico en de gevolgen van een overstroming vanuit zee. In de thematiek rivier en kanalen wordt de kans op overstromingen vanuit het achterland behandeld. Verzilting, verdroging en problemen met de afwatering komen aan bod in het thema polders. Het eindresultaat van elk van deze analyses is een robuustheidskaart; een analyse-instrument dat aantoont in hoeverre een compartiment onder druk staat.

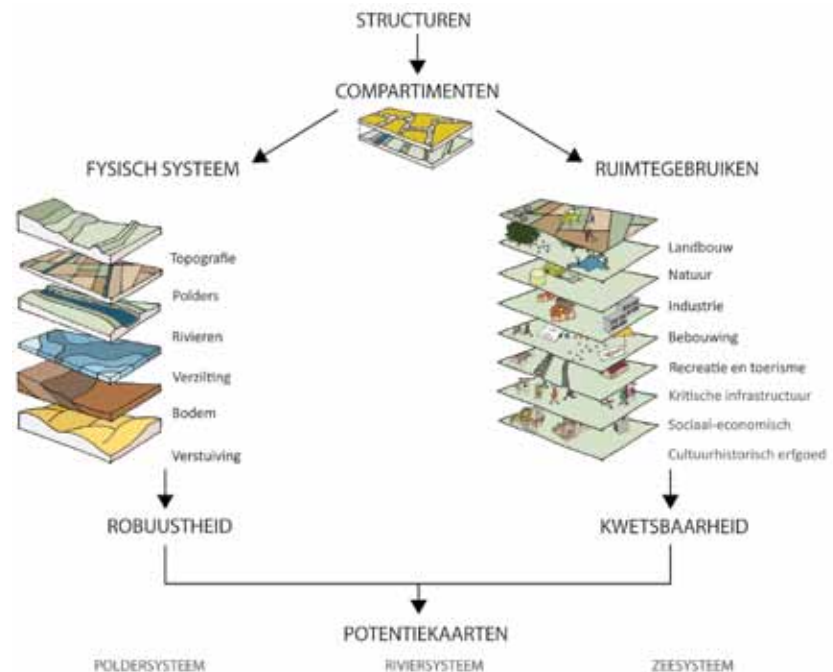
Een tweede luik van de GIS-analyse focust op het ruimtegebruik aan de kust. Daarbij worden zowel landgebruik (landbouw, natuur, industrie, bebouwing, recreatie en toerisme,...) als andere ruimtelijke aspecten (socio-economische verschillen, erfgoed- en landschapswaarde,...) in rekening gebracht. Verder steunen de analyses voor een groot deel op exacte gegevens zoals het aantal en de kostprijs van elementen per compartiment en de economische opbrengst van de landgebruiken. Maar – daar waar mogelijk – wordt ook rekening gehouden met minder tastbare gegevens zoals de natuurwaarde, de erfgoedwaarde, en zo meer. Deze analyses werden vervolgens samengebracht tot zeven indicatoren, namelijk natuur, industrie, bebouwing, bevolking, recreatie en toerisme, landbouw en landschap. Deze indicatorenkaarten geven een bevattelijk overzicht van het ruimtegebruik aan de kust. Aangezien de kwetsbaarheid voor klimaatimpacten afhangt van dit ruimtegebruik doen deze analyses ook een uitspraak over de lokale kwetsbaarheid.

Met behulp van de beide analyses, zowel de robuustheid als de kwetsbaarheid, kan men nieuwe potenties aan het licht brengen. De robuustheidskaarten geven aan hoe sterk een compartiment onder druk staat door de klimaatverandering. De kwetsbaarheidsanalyse laat toe om af te wegen in hoeverre het huidige systeem – een hoge beschermingsgraad voor overstromingen uit zee en achterland en een nauwgezet peilbeheer dat afwatering verzekert maar de verzilting onderdrukt – noodzakelijk is. De kansen-



kaarten, een combinatie van de robuustheids- en kwetsbaarheidskaarten, visualiseren die compartimenten waar de investeringen in de verdere uitbouw en handhaving van het systeem niet in balans zijn met het plaatselijk ruimtegebruik. De kaartfiguren duiden dus zoekzones aan; gebieden waar men aan een nieuw systeem, een nieuwe koppeling tussen klimaat(-impacten) en ruimtegebruik, kan werken.

De beschreven GIS-analyse is slechts een tijdsopname en vraagt herhaalde actualisatie. Vooruitschrijdende inzichten in de klimaatverandering, zowel het klimaatscenario als het socio-economische scenario (zie Figuur 114), en nieuwe data en kennis moeten in rekening gebracht worden. Veranderingen in socio-economische ontwikkeling(en) beïnvloeden de indicatoren en hertekenen de kwetsbaarheidskaarten. De klimaatontwikkeling beïnvloedt sommige fysische kenmerken zoals de zoutwatertafel en de peilhoogte in kanalen waardoor robuustheidskaarten moeten worden aangepast. Maar veranderingen in het fysisch systeem verlopen veeleer geleidelijk en de robuustheid zal men minder frequent dan de kwetsbaarheid moeten bijstellen. De kansenkaarten bieden bijgevolg geen statische afbakening van zoekzones. De huidige kansenkaarten lichten desalniettemin gebieden op waar we vandaag actief aan een alternatieve klimaatadaptatie kunnen/moeten werken.



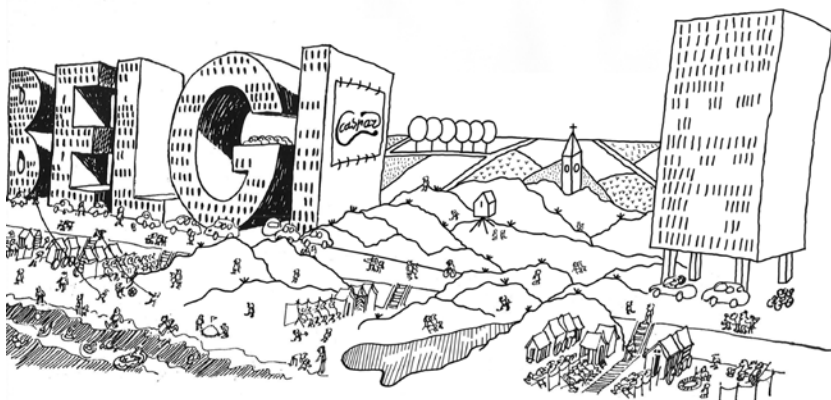
Figuur 114 Overzicht GIS-analyses



## 12.5 Concepten voor een brede kust

De zoekzones zijn alvast compartimenten waar men een nieuwe kijk op klimaatadaptatie – met een focus op ruimtelijke maatregelen – kan lanceren. Maatregelen die de flexibiliteit verhogen (zoals overstromingsbestendig bouwen of zilte landbouw) creëren een veerkrachtige ruimte die de plaatselijke klimaatimpacten kan opvangen. Er ontstaan ongekende landschappen, naast duinen en polders, met een nieuw samengaan van fysisch systeem, klimaatimpacten en ruimtegebruik die de gangbare rigide strategieën vervangen. Dat is wat ook het Groenboek Beleidsplan Ruimte als visie voor Vlaanderen vooropstelt (RWO, 2012). Het scala alternatieve concepten en landschappen is eindeloos zoals een waterlandschap, inlaatpolder, dijkpark, zilte polders, sluffers, waterhouderij, overstroombare steden, enzovoort.

Ontwerpend onderzoek naar alternatieve kustlandschappen en ruimtelijke adaptatiemaatregelen komt zowel in binnen- als buitenland stilaan op gang. Al deze onderzoeken leveren concepten op voor een brede kust en visualiseren hun potenties en meerwaarde. Het zijn deze nieuwe strategieën die in de gecompartmenteerde kuststrook plaatselijk ingang kunnen vinden. Compartment per compartiment kan men nagaan welke concept de meeste meerwaarde biedt. Daarbij moeten natuurlijke dynamieken zoveel mogelijk worden aangewend en moeten ruimtelijke synergieën vooropgesteld worden. Met beide principes groeit de gecompartmenteerde kust uit tot een gedifferentieerd gebied; een duurzame, klimaatbestendige en kwaliteitsvolle streek. De gefixeerde kustlijn en de flankerende Atlantic Wall maken plaats voor een compositie van duinen, polders, badplaatsen, waterlandschappen, duinwijken, inlaatpolders, slikken, schorren, overstromingsgebieden, zilte polders, sluffers, vakantiedorpen, enzovoort.



Figuur 116 (links) Karikatuur van een gecompartmenteerde kust (bewerking van een cartoon van Steven Wilsens, 1969)



Figuur 115 Vier alternatieve concepten voor een brede kust  
(1<sup>ste</sup> figuur: waterlandschap, krekengebied Oostende - 2<sup>de</sup> figuur: overstroombare zeedijk, Hafencity Hamburg - 3<sup>de</sup> figuur: zilte polders, (KREEK teRUG – Deltavres/Imares) - 4<sup>de</sup> figuur: sluffer (Nieuwvliet Nederland – fotograaf Peter Nicolai)

## 12.6 Een casus: Middelkerke – Oostende – Bredene

### 12.6.1 De rol van een casusstudie

Een casestudie verduidelijkt voorgaand verhaal en tracht een tastbare impressie mee te geven voor de regio Middelkerke-Oostende-Bredene. Deze regio is een zeer verscheiden gebied met een grote variatie in zowel klimaatimpacten als ruimtegebruiken. Daarenboven is compartimenteren er, aldus de GIS-analyse van de universiteit Amsterdam (zie kadertekst: Het doorrekenen van klimaat- en socio-economische scenario's in het kader van het compartimenteren), een erg succesvolle manier om grote schade bij superstormen te voorkomen.

De stad Oostende en de omringende polders zijn dooraderd door een groot aantal infrastructuren (historische dijken, spoor- en rivierbermen, autosnelwegen, zicht- en geluidsbermen,...) waardoor de compartimentering er fijnmazig is. Ter hoogte van Middelkerke en Bredene zijn minder infrastructuren uitgebouwd, waardoor de huidige compartimenten er veeleer groot zijn. De regio kent verder een aantal sterk verschillende nederzettingstypes: Oostende met een dichtbebouwd centrum en omliggende gordel uit de twintigste eeuw, Middelkerke als lineaire badplaats en een sterk versnipperd Bredene. Ook de open ruimte kent er sterk verschillende deelruimtes: duingebieden, waardevolle erfgoedlandschappen nabij Oostende en grootschalige landbouwgebieden. Deze gevalstudie probeert zowel het raamwerk als de invulling van de compartimenten verder vorm te geven maar stelt tegelijk ook de vooropgestelde indeling in vraag. Het is een eerste vingeroefening die de brede meerwaarde en flexibiliteit van de strategie wenst te verbeelden.

### 12.6.2 Scenario 1: aanhoudende regen in het achterland (winter)

Veranderingen in neerslagpatronen in het achterland hebben hun impact op de kuststreek. Langdurige en/of intense regenbuien zorgen voor een massa water die via rivieren en kanalen naar zee afwatert. In de gecompartmenteerde kust vangen welbepaalde zones deze piekbelasting op. Of een compartiment al dan niet als buffervat kan worden ingezet, valt af te lezen uit de kansenskaarten. Eerst werden de laaggelegen gebieden in de nabijheid van IJzer of kanalen en met grote zoetwaterbellen in de ondergrond geselecteerd als potentiële bergingsgebieden. Vervolgens werd aan de hand van de kwetsbaarheidsanalyse beslist welke compartimenten ook effectief voor wateropslag in aanmerking komen. Hier worden twee alternatieve (ontwerp-)concepten behandeld, namelijk waterlandschap (Scheerder en Van Mispelaar, 2001) en waterboeren (Smit et al., 2012; Van Gastel, 2006), die een verhoogd bergingsvermogen en het bestaand ruimtegebruik met elkaar verzoenen.



*Figuur 117 Scenario 1: aanhoudende regen in het achterland*

### ***Waterlandschap – Krekengebied Oostende***

‘Waterlandschap’ stelt de waterstructuur van de polders bij om een flexibel peilbeheer in de toekomst te garanderen. Deze gebiedsgerichte aanpak, met een nadruk op het landschaps- en natuurbeheer, laat toe verschillende functies te integreren en hun watervoorziening te verzekeren. Het kreekengebied van Oostende is uitermate geschikt voor de uitbouw van een waterlandschap. Deze laaggelegen zone is gevoelig voor verzilting, droogte en vernatting maar grenst aan ook het kanaal Plassendale-Nieuwpoort van waaruit water wordt afgetapt tijdens de zomer (Meijsmans, 2000). Ingrepren zoals het verbreden van de waterlopen, het differentiëren van waterpeilen en het uitbreiden van het slotenstelsel, verhogen het bergend vermogen van dit poldergebied. Op termijn groeit het kreekengebied uit tot een buffervat voor de stadsregio; een bron van water voor de stad Oostende, de haven(-industrie) en de omliggende landbouwgebieden. Verder kan het landschap er ook worden ingezet om het grijs water op natuurlijke wijze te zuiveren (Meijsmans, 2000). De ligging nabij de stad en het aangrenzende sportpark biedt kansen om aan het compartiment een zachte vorm van recreatie te koppelen. Het huidige natuurinrichtingsproject Oostends Kreekengebied ([www.vlm.be](http://www.vlm.be)) is alvast een (eerste) stap in de uitbouw van een dergelijk waterlandschap.

### ***Waterboeren – landbouw in Stalhille***

Het concept ‘Waterboeren’ zet in op een symbiose tussen waterberging en landbouwactiviteiten en stimuleert samenwerkingsverbanden tussen lokale boeren. De boer staat een beperkt aantal akkers af om – als beheerder van het nieuwe landschap – waterberging als bijkomende taak op zich te nemen. Op deze percelen bergen de landbouwers het water

uit de kanalen om het vervolgens, via het bestaande slotensysteem, ter beschikking te stellen van de eigen landbouwactiviteiten. Daarnaast kan ook water geleverd worden aan andere ruimtegebruiken in de omgeving. De uitbouw van dergelijke percelen biedt zekerheid voor de boer. Hij kiest welke percelen in de winter onder water staan en heeft tijdens langdurige droogte voldoende water om de akkers te beregenen. Het concept kan aan de Belgische kust worden toegepast in het poldergebied tussen Noord-Ede en het kanaal Brugge-Oostende. Het merendeel van dit gebied ligt lager dan het minimumpeil in het flankerende kanaal. De landbouw is er de primaire ruimtegebruiker maar de GIS-analyse wijst uit dat de opbrengsten per hectare er lager zijn dan in de rest van het casusgebied. Het bergen van water – voor lokaal gebruik maar ook voor de omliggende polders – is mogelijk een interessante nevenactiviteit. Samen met de waterberging kunnen ook andere functies worden uitgebouwd. De waterbergingspercelen en het grachtenstelsel kunnen uitgroeien tot een trekpleister voor zwemmers, zeilers, roeiers en vissers.

### 12.6.3 Scenario 2: langdurige droogte in de kust en het achterland (zomer)

Op termijn zullen in de zomer droogtes steeds langer aanhouden waardoor de watervoorziening van diverse sectoren bedreigd wordt. Bovendien zorgt zeespiegelstijging voor een zoute kwel in de laaggelegen gebieden met smalle duinengordel<sup>4</sup>. De concepten uit voorgaand scenario, waterlandschap en waterboeren, kunnen ingezet worden om tekorten op te vangen en een minimumpeil in de poldergrachten te voorzien. Maar ook hier moet men keuzes maken. Daar waar de zoutwatertafel hoog staat en de afwatering in het gedrang komt, moet nagedacht worden over concepten voor zilte landschappen zoals ‘Halal-landschap’, ‘zout kuuroord’ en ‘zilte volkstuin’ (Lofvers et al., 2008). De mogelijkheid voor de uitbouw van dergelijke zilte projecten hangt sterk af van de kenmerken van de ondergrond – de hoogte en de bodemsamenstelling – en de plaats van het gebied in de waterstructuur. Potentiële verziltingszones hebben dan ook niet steeds een één-op-één relatie met de compartimenten die in dit ontwerpend onderzoek werden afgebakend op basis van bestaande bermstructuren. Hierbij zoomen we even in op het grootste compartiment; de zone begrensd door Oostende Oosteroever, duinengordel, Blankenbergse vaart en Noord-Ede.

---

<sup>4</sup> Onder duingebieden bevindt zich steeds een zoetwaterbel die gevoed wordt door de neerslag. Onder brede duinen is deze zoetwaterbel groot genoeg om een ondergrondse druk van het zeewater op de achterliggende polders te verhinderen. Smalle duingebieden vangen te weinig neerslag en de zoetwaterbel is er bijgevolg kleiner. Het zoute zeewater duikt onder de zoetwaterbel door en zorgt voor een zoute kwel. Door een toename van zeespiegel zal deze ondergrondse druk vanuit zee steeds groter worden.



*Figuur 118 Scenario 2: langdurige droogte in de kust en het achterland*

### ***Een zilt netwerk – Bredene: zee, strand, duinen... en zilt!***

De polders rond Bredene, De Haan en Wenduine zijn een stuk Oudland. In dit landschapstype is de historische ontwikkeling van de polders nog duidelijk herkenbaar. Het microreliëf – ten gevolge van de reliëfinversie – en de strategische positionering van hoeves en dorpen zijn er meer uitgesproken dan in het Middelland (Depuydt et al., 1995). Dit microreliëf heeft een invloed op het functioneren van het compartiment; de kreekruggen van Klemskerke en Vlissegem delen het compartiment op en de drie lager gelegen gebieden wateren elk afzonderlijk af naar de Noord-Ede. Wanneer de watervoorziening in de toekomst steeds meer in het gedrang komt te staan, kan nagedacht worden over een zilt proefproject om de watervraag te beperken. Zo kunnen bijvoorbeeld de komgronden tussen Bredene en Klemskerke uitgewerkt worden tot een zilt netwerk; een hydrologisch geïsoleerde zone waar men de teelt van zouttolerante of zoutminnende gewassen promoot. Verder kan gewerkt worden aan een zilt landschap, met belangrijke natuur- en recreatiewaarde, als gordel rondom de campings en vakantie dorpen in Onze-Lieve-Vrouwe-ter-Duinen. Mogelijk kan ook de spuikom in dit nieuwe netwerk worden geïntegreerd.

### **12.6.4 Scenario 3: plotse calamiteit en het opvangen van een superstorm op zee**

Door verhoogde kusterosie en steeds frequentere (super-)stormen raken huidige veiligheidsniveaus achterhaald. Het risico in de zone Middelkerke-Oostende is reëel. In plaats van er louter de huidige kustverdediging verder uit te bouwen wordt de kustlijn in vraag gesteld. Steunend op de GIS-analyses en de kennis over de spreiding van aanwas en afslag op het strand,

werd beslist om ruimtelijke maatregelen – ofwel zeewaarts ofwel landwaarts – door te voeren. Daar waar het strand aangroeit, vallen verschillende ruimtelijke maatregelen te bedenken; een duinuitbreiding door het aanwenden van de natuurlijke sedimentatieprocessen, de creatie van een extra breed strand, een verdere uitbouw van de zeedijk,... Enkele van deze maatregelen werden reeds in plannen en ontwerpend onderzoeken – onder meer in (Buur, 2010; THV Vlaamse Baaien, 2010) – voor de Belgische kust gesuggereerd. Daarom zoomen we hier in op twee concepten voor ruimtelijke maatregelen landinwaarts, namelijk ‘overstroombare zeedijk’ en ‘waterdunen’ (Zeeland, 2010). Het zijn twee alternatieve systemen waarin ruimtegebruik aan meer of minder frequente overstromingen vanuit zee worden aangepast.



*Figuur 119 Scenario 3: plotse calamiteit en het opvangen van een (super-)storm op zee*

### ***Overstroombare zeedijk – wonen tussen zee en Wellington***

De huidige zeedijk, zowel de publieke ruimte als de flankerende bebouwing, is niet overstromingsbestendig. In plaats van herhaaldelijke dijkophogingen kunnen de risico's via specifieke voorschriften verlaagd worden. Indien de overstroming weinig frequent is, volstaat het om kwetsbare functies en installaties niet op het gelijkvloers in te richten. Bij vaak voorkomende overstromingen moet nagedacht worden over nieuwe typologieën (vb. bouwen op robuuste sokkels) en een nieuwe organisatie van de ruimte (vb. aanleg van verhoogde publieke ruimte). In Hamburg wordt reeds met deze nieuwe strategieën geëxperimenteerd. In de wijk Hafencity werd de rivierdijk niet verhoogd – daarbij zou het contact met het water verloren gaan – maar werden zowel bebouwing als publieke ruimte op overstromingen voorbereid (Bauer, 2008). Een dergelijk concept





*Figuur 120 Sfeerbeeld overstroombaar  
golfterrein Wellington*



*Figuur 121 Sfeerbeeld overstroombare  
zeedijk*



*Figuur 122 Sfeerbeeld concept water-  
boeren*

kan onder meer ter hoogte van de Wellingtonbaan worden toegepast. Een afzwakken van het huidige veiligheidsniveau stimuleert er architecturale vernieuwing op de zeedijk en de (voormalige) renbaan kan in de toekomst ingezet worden om de overslaande golven op te vangen. De Wellington bergt het zoute water waardoor het watervolume op de overstroombare zeedijk beperkt blijft. Deze taakstelling kan verder worden aangegrepen om de bestaande open ruimte, waar nu een golfterrein en renbaan zijn gelokaliseerd, tot een interessant zilt landschap uit te bouwen.

### ***Waterdunen – een pilootproject nabij Middelkerke***

‘Waterdunen’ stelt een transformatie van het systeem voorop. Daar waar de polders weinig robuust zijn en diverse klimaatimpacten – verzilting, problematische drainage,... – het gebied bedreigen, kan het getij opnieuw geïntroduceerd worden. Deze nieuwe slikken en schorren stimuleren innovatief ruimtegebruik en zorgen voor een natuurlijke ophogen van het gebied door natuurlijke aanzanding, het zogenaamde oppolderen (Terwel et al., 2009). In West-Zeeuws-Vlaanderen werd alvast het project Waterdunen gelanceerd. Hier wordt de creatie van getijdennatuur gekoppeld aan de ontwikkeling van nieuwe campings en vakantiedorpen. De campings tussen Middelkerke en Oostende vormen een mogelijk pilootproject. De GIS-analyse wijst erop dat het poldersysteem, voor zoverre daar nog sprake van is in dit sterk peri-urbaan gebied, er onder druk staat. Bovendien ligt dit gebied hydrologisch geïsoleerd; op de grenslijn tussen afwateren naar Nieuwpoort en afwateren naar Oostende. Een doorsteken van de smalle duinengordel biedt kansen voor vernieuwde ruimtelijke kwaliteit. De verschillende vakantiedorpen en kampeerterreinen maar ook het winkelgebied kunnen in het nieuwe kustlandschap worden geïntegreerd.

## **12.7 De roep naar een doordachte visie voor de Vlaamse kust**

Ongetwijfeld lijkt voorgaande ontwerp oefening voor velen ver van de huidige realiteit te staan. In tegenstelling tot de concrete maatregelen uit het masterplan Kustveiligheid, situeert de gecompartmenteerde kuststrook zich (voorlopig) op een conceptueel niveau. Verder onderzoek naar zowel de effectiviteit en efficiëntie van het concept, zoals de GIS-analyse gemaakt door de universiteit Amsterdam, is noodzakelijk. Ook dient de huidige analyse aangevuld te worden, onder meer kennis rond verstuivingsprocessen en duinvorming moeten in de toekomst de strategie mee vormgeven. Daarnaast zijn zowel de vooropgestelde bermenstructuur als de mogelijke invullingen van de compartimenten slechts een eerste schot voor de boeg. De gecompartmenteerde kuststrook, zoals ze hier werd beschreven en vormgegeven, staat dan ook ter discussie maar het



achterliggende idee blijft bruikbaar; het compartimenteren maakt een gedifferentieerde klimaatadaptatie mogelijk.

Deze gedifferentieerde aanpak vraagt om visievorming op twee schaalniveaus: de kuststreek als geheel en het plaatselijke compartiment. De visievorming op beide schaalniveaus vraagt daarbij om kennisproductie vanuit zowel de wetenschap als de lokale actoren. De algemene klimaatimpacten in de kuststreek moeten opgelijst worden, maar daarnaast moeten ook de lokale kwetsbaarheid in kaart worden gebracht. Ook op vlak van socio-economische ontwikkeling is er nood aan visievorming voor zowel de kust als geheel als voor de verschillende onderdelen. Enkel wanneer er op beide schaalniveaus een breed gedragen visie is ontwikkeld, kan men werk maken van een integrale klimaatadaptatie. De strategieën voor de kust als geheel verzekeren de houdbaarheid op langere termijn. De aandacht voor de plaatselijke aandachtspunten maakt het mogelijk om adaptatie actief in te schakelen voor gebiedsontwikkeling.

## Hoofdstuk 13 De Vlake van de Raan: naar een integrale benadering van klimaatadaptatie en duurzame ontwikkeling

*David Verhoestraete, Jeroen De Waegemaeker,  
Sally Lierman, Pieter Foré, Björn Verhofstede*

### 13.1 Zoeken in zee?



*Figuur 123 Situering Vlake van de Raan*

De dreigende zeespiegelstijging zet zowel in de Noordzee als in het Schelde-estuarium diverse fysische processen op gang, gaande van een toenemend tijverschil in de Westerschelde tot extra kusterosie en frequentere (super-) stormen. De Noordzee wordt geclaimd voor diverse ruimtegebruikers zoals visserij, scheepvaart, militaire doelen, zandontginning en windmolens. Mariene ruimtelijke planning – het plannen en zoneren van de activiteiten op zee – en kennisontwikkeling over deze bijzondere vorm van planning wordt daarom gepromoot en gestimuleerd door de Europese Commissie (European commission Maritime Affairs and Fisheries, 2011). Dit ontwerpend onderzoek spitst zich toe op de Vlake van de Raan. Deze ondiepe zandbank in de monding van de Westerschelde is zeer strategisch gelegen omdat diverse klimaatgerelateerde problemen en socio-economische ontwikkelingen zich hier op een relatief beperkte oppervlakte voordoen. De Vlake van de Raan vormt een casus voor een geïntegreerde benadering van klimaatadaptatie. Het deel gaat eerst in op de bijzondere kenmerken en strategische ligging van de Vlake van de Raan. Daarna integreert het ontwerpend onderzoek verschillende concepten en ruimteclaims in één overkoepelend visie.

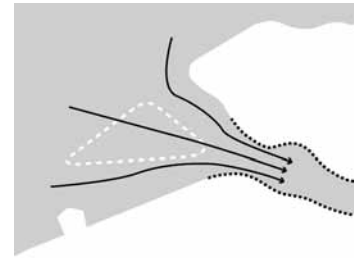
### 13.2 Een strategisch gelegen Vlake van de Raan

#### 13.2.1 Klimaatgerelateerde problemen

##### *Getij in de Westerschelde*

Reeds vanaf de middeleeuwen is getracht het Schelde-estuarium naar de hand van de mens te zetten door grootschalige inpolderingen. Het inpolderen van slikken en schorren heeft, naast het verlies aan waardevolle habitats, geleid tot een drastische vermindering van de natuurlijke buffercapaciteit die de getijdenenergie van de Noordzee kan opvangen. De landschappelijke bescherming door slikken en schorren is gaandeweg vervangen door dijken. Daarenboven zijn drempels – lokale ondiepten in het estuarium – systematisch weggebaggerd om zwaar scheepsverkeer naar

de haven van Antwerpen mogelijk te maken. Het versmallen en verdiepen van de Westerschelde heeft een grote weerslag op de veiligheid in het estuarium. De morfologische veranderingen hebben aanleiding gegeven tot een sterke toename van het getij doordat het trechtervormige profiel van de Westerschelde het water steeds meer landinwaarts stuwt. Sinds het begin van de inpolderingen is de tijamplitude ter hoogte van Antwerpen met ca. 2,5m toegenomen (Van Eck, 1999). Het Nederlandse Deltaplan garandeert een hoge graad van bescherming in de Westerschelde. Het Vlaamse Sigmapijn voor de Zeeschelde verzekert de toegankelijkheid en staat in voor een verhoogde veiligheid en natuurherstel. Daartoe voorziet dit plan in de aanleg van verschillende gecontroleerde overstromingsgebieden en getijdengereduceerde gebieden waarin de natuurlijke werking van een getijdenrivier wordt nagebootst. Deze ontpoldering ligt evenwel erg gevoelig bij lokale besturen. Denken we maar aan de commotie die ontstaan is naar aanleiding van de geplande ontpoldering van de Hedwigepolder.

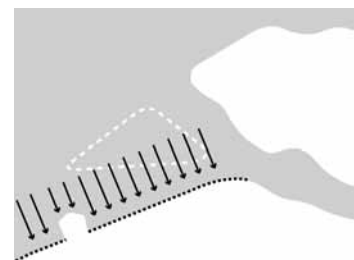


*Figuur 124 Toename van getij in de Westerschelde*

In het Europese TIDE-project (<http://tide-project.eu/>) worden alternatieve strategieën onderzocht om de tij-amplitude in het Elbe-estuarium af te remmen. Een eerste strategie bestaat in het plaatsen van lineaire dwarsstructuren zodat een plotse vernauwing van het profiel van de rivier ontstaat. Een tweede strategie bestaat in de aanleg van kunstmatige eilanden in de monding van het Elbe-estuarium zodat het instromende getij wordt vertraagd en afgezwakt. Beide ingrepen gaan uit van een kunstmatige vernauwing van de riviermonding om zodoende de massa instromend zeewater te minimaliseren. Naar analogie met het TIDE-project biedt de Vlakte van de Raan belangrijke potenties om de problematiek bij de bron aan te pakken en de getijdenenergie te dissiperen nog vóór ze het Westerschelde estuarium binnenstroomt.

### ***Kustverdediging***

De zeespiegelstijging en de relatie met klimaatverandering is een wereldwijd verspreid probleem. De extra druk die de zeespiegelstijging op het kustgebied uitoefent – een verhoogde kusterosie en veiligheidsniveaus voor (super-)stormen die overschreden worden – is in voorgaand hoofdstuk afdoende uit de doeken gedaan. Vanuit de private sector kwam het idee om de huidige kustlijn te beschermen door obstakels voor de kust, opgehoogde zandbanken en kunstmatige eilanden aan te leggen (THV Vlaamse Baaien, 2010). Deze ingrepen, die kaderen binnen de strategie *advance the line*, moeten de golfslag temperen en zodoende zou men de huidige veiligheidsniveaus kunnen blijven aanhouden in de toekomst. Ook in Nederland werden reeds gelijkaardige ideeën gesuggereerd in het plan Waterman, het Bhalotra-plan, de Boskalis-eilanden en het projectvoorstel voor een tulpvormig eiland (Roggema, 2009). Of dergelijke eilanden



*Figuur 125 Kustverdediging Vlaamse kust*



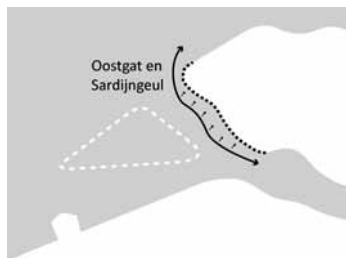
*Figuur 126 Historische kaart – eilanden in de Westerscheldemonding*

daadwerkelijk de nodige bescherming bieden is betwistbaar (Reyns et al., 2010). De strategie wordt alvast in het kader van het masterplan Kustveiligheid verder onderzocht (Afdeling Kust, 2011).

In de eerste ontwerpsschetsen van het masterplan Vlaamse Baaien is de Vlake van de Raan opgenomen (THV Vlaamse Baaien, 2010). In het finale plan werd deze locatie echter niet weerhouden terwijl net deze zandbank enkele veelbelovende kenmerken vertoont. De Vlake van de Raan is hoog (tussen de 8 meter onder en 0,1 meter boven de laagwaterlijn) en sommige delen, de zogenaamde Rassen, vallen herhaaldelijk droog. Bovendien komen op diverse plaatsen in de Westerscheldemonding de meer resistente – en dus stabielere – tertiaire sedimenten aan de oppervlakte. Ter hoogte van de Vlake van de Raan betreft het de Boomse Kleilaag (Du Four, 2006). In het verleden bevonden zich reeds enkele eilanden in de Westerscheldemonding. Op historische kaarten is te zien dat er tot in de vijftiende eeuw steeds nederzettingen aanwezig waren. Een aantal van deze verdwenen dorpen zijn: Schoneveld (1375), Wulpen (1570) en Koezand (1570) (Termote, 2006).

### ***Kusterosie***

De hogere gebieden in de Westerschelde worden doorkruist door meerdere geulen: Wielingen, de geul van de Walvisstaart, Deurloo, Oostgat en Sardijngeul. Deze laatste twee geulen schuiven geleidelijk landwaarts op waardoor er voor de kust van Walcheren een zeer steile geulwand is ontstaan. Deze steile overgang tussen zee en land maakt de kust extra kwetsbaar voor kusterosie (Provincie Zeeland, 2006). Vanaf 1990 wordt het zandverlies er gecompenseerd met strand- en duinsuppleties. Maar als de verschuiving van de geulen blijft aanhouden, zijn deze ingrepen weldra niet langer toepasbaar en moet men morfologische maatregelen treffen (Israel, 2001). Bovendien liggen de scheepvaartroutes doorheen het Oostgat en de Sardijngeul gevaarlijk dicht bij de kustlijn met mogelijke nefaste gevolgen voor het kusttoerisme.



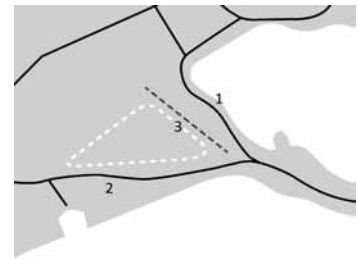
*Figuur 127 Kusterosie Walcheren*

### **13.2.2 Ontwikkelingen in zee**

Naast klimaatgerelateerde problemen staan diverse socio-economische ontwikkelingen op stapel in de Westerscheldemonding zoals de uitbreiding van de haven van Zeebrugge, het ontwikkelen van estuariene vaart en het storten van baggerspecie. De Vlake van de Raan speelt een cruciale rol in drie (mogelijke) ontwikkelingen.

### ***Nieuwe vaarroutes naar Antwerpen***

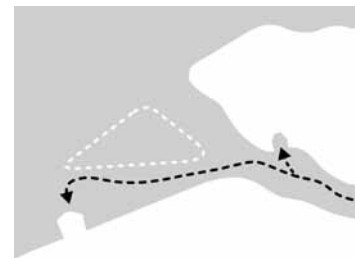
De Westerschelde kan door grote schepen enkel betreden worden via vastgelegde vaarroutes. Momenteel zijn er twee scheepvaartroutes langsheen de Vlakte van de Raan: Oostgatgeul (1) en Wielingen (2). Grote zeeschepen kunnen de Westerschelde niet opvaren bij laagwater omwille van de beperkte diepgang in het estuarium. De scheepvaart naar de haven van Antwerpen is dus gebonden aan het getijvenster. Hoe langer de getijdengebonden weg naar de haven, hoe beperkter de tijd waarin men kan binnenvaren. Voorlopig varen de grote zeeschepen eerst dwars doorheen de Belgische kustvlakte, vanaf Westhinder naar Zeebrugge, om vervolgens via Wielingen de Westerschelde op te varen. Een herprofilering van de Vlakte van de Raan – met name een uitdiepen van de Geul van de Walvisstaart (3) waar men momenteel reeds een natuurlijke verruiming vaststelt (Peters, 2006) – maakt het mogelijk om de bestaande routes Wielingen en Oostgat te schrappen. Op die manier wordt de tijgebonden route naar Antwerpen sterk verkort en wordt het binnenloodsen vereenvoudigd. Binnen de Maritieme Dienstverlening experimenteert men met enkele eerste denkoefeningen (Martens, 2012).



*Figuur 128 Zeevaart in de Westerscheldemonding*

### ***Estuaire vaart naar Zeebrugge***

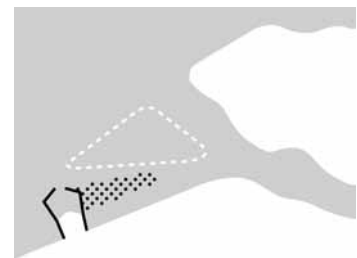
Binnenvaart op de Westerschelde is vandaag mogelijk tot in Vlissingen (V). Door de golfcondities en stromingen in de Scheldemonding is ter hoogte van de Vlakte van de Raan enkel estuaire scheepvaart (met versterkte en verhoogde voorboeg) mogelijk. Om de ontsluiting van de haven van Zeebrugge (Z) met het achterland te verbeteren, wordt momenteel de verbreding van het Schipdonkkanaal onderzocht (Wauters, 2007). Dit voorstel stuit echter op fel protest van diverse milieuorganisaties. Vandaag wordt 4,5 procent van de totale cargo in Zeebrugge reeds via estuaire vaart landinwaarts vervoerd (Zeebrugge, 2011). Een ambitieus project ter hoogte van de Vlakte van de Raan biedt interessante potenties voor de verdere ontwikkeling van binnenvaart omdat de zandbank een natuurlijke barrière vormt waarachter schepen beschermd worden tegen de golfslag van de Noordzee.



*Figuur 129 Estuaire vaart in de Westerscheldemonding*

### ***Uitbreiding haven van Zeebrugge***

De toegang tot de haven van Zeebrugge wordt momenteel bemoeilijkt door een zijdelingse zeestroom. In het kader van het plan Vlaanderen in Actie (ViA) worden diverse maatregelen waaronder de uitbouw van de bestaande strekdammen onderzocht (Vlaamse Overheid, 2011). Een dergelijk obstakel beïnvloedt evenwel de zandrivier (het natuurlijke langstransport van zand voor de kustlijn). In het verleden zorgde de uitbouw van de strekdammen reeds voor een aanzanding ter hoogte van



*Figuur 130 Uitbreiding haven Zeebrugge*

Zeebrugge Strand en Heist (De Moor, 2006). Een verdere verzanding, naar aanleiding van de uitbreiding van Zeebrugge, zou het toerisme in de flankerende badplaatsen verder onder druk kunnen zetten. Het Masterplan Vlaamse Baaien voorziet in de aanleg van een schoorwal (THV Vlaamse Baaien, 2010) maar wordt dit een exclusieve attractie of een modderpoel die het open zicht op zee ontnemt?



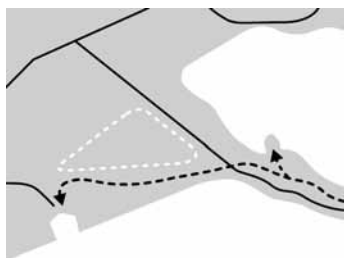
*Figuur 131 Afbakening natuurgebied*

### **Natuurontwikkeling**

Vanuit Nederland is de Vlakte van de Raan, althans het Nederlandse gedeelte, als mogelijk Natura 2000-habitatgebied voor Bruinvis, Gewone Zeehond, Grijze Zeehond, Rivierprik en Zeeprik aangemeld (Bleker, 2010). Inmiddels zijn reeds enkele deelgebieden afgesloten voor boomkor- en schelpdiervisserij. Hier stelt men alvast een toename van de biomassa van bodemfauna en een toename in schelpdiersoorten vast (De Mesel, 2009). Het Belgische gedeelte van de Vlakte van de Raan wordt voornamelijk ingezet als stortplaats voor baggerspecie (S2, S3 en R4). Dit storten zorgt lokaal voor sedimentatie maar of de toename in fijne materialen – de baggerspecie – ook voor een verhoogde biodiversiteit zorgt is niet geweten (Van Lancker et al., 2012). Om deze hypothese te bevestigen is verder onderzoek vereist.

## **13.3 Een scenario voor de toekomst**

Bovenstaande concepten worden hier door middel van ontwerpend onderzoek in één verhaal samengebracht. Het ontwerp is een testcase voor het integreren van klimaatadaptatie en de algemene gebiedsontwikkeling in zee. Het tekenen levert geen definitieve planfiguur maar probeert potenties en synergieën te visualiseren en het debat omtrent eilanden voor de kust open te trekken.

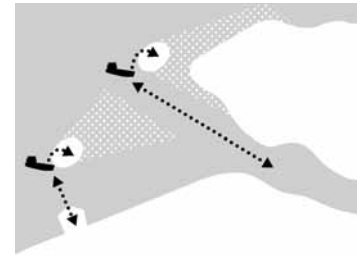


*Figuur 132 Uitgangspunt 1 – Verleggen van de vaarroutes*

Als uitgangspunt wordt de bestaande hoofdvaarroute verlegd waardoor een kortere route naar de open zee ontstaat. Deze nieuwe hoofdvaarroute, de Geul van de Walvisstaart, ligt in het verlengde van de Westerschelde, vlakbij de Vlakte van de Raan. Op die manier kan de bestaande vaarroute langsheen de kust van Walcheren worden opgeheven. De hoofdvaarroute via Wielingen wordt omgevormd tot een route voor estuaire vaart. Een ingreep ter hoogte van de Vlakte van de Raan, zorgt mogelijks voor kalmere golfcondities die de estuaire vaart tussen Zeebrugge en de andere havens van de Westerschelde ten goede komt.

Het uitbaggeren van de nieuwe vaarroute is onvermijdelijk. Dit plan voorziet in een hergebruik van de baggerspecie uit de nieuwe vaarroute

en de toegangsweg naar de haven van Zeebrugge. Om het baggeren zo efficiënt mogelijk te organiseren wordt een stortplaats nabij de vaarroutes voorzien. Gezien het grote volume kunnen ter hoogte van de stortplaats opgehoogde zandbanken en/of kunstmatige eilanden worden gerealiseerd. Eens een nieuwe geul doorheen de Vlake van de Raan is gerealiseerd, blijft baggeren noodzakelijk om de geul blijvend uit te diepen. Deze onderhoudswerken leveren een jaarlijkse hoeveelheid zand op die voor onderhoudssuppleties kan worden aangewend.



Figuur 133 Uitgangspunt 2 – Efficiënt baggeren

Dit ontwerpend onderzoek suggereert om bij de ontwikkeling van opgehoogde zandbanken of eilanden rekening te houden met de natuurlijke dynamieken en de lokale noden. Zo ontstond het idee om drie sterk verschillend ingrepen in de Westerscheldemonding uit te tekenen. De drie ingrepen moeten zorgen voor een vernauwing van de riviermonding en dissiperen de getijdenenergie nog vóór ze het Westerschelde estuarium binnenstroomt. Tegelijk beschermen ze de achterliggende kustlijn tegen de impact van superstormen.

Een eerste ingreep situeert zich ter hoogte van de huidige stortplaatsen S2, S3 en R4. Door het verder intensief storten op deze plek ontstaat een eiland waar bijkomend ruimtegebruik mogelijk is. Klassieke toeristische ontwikkelingen zijn evenwel niet wenselijk omdat ze op termijn om

193



-  : Noordzee
-  : intergetijdengebied
-  : kustlijn
-  : polders
-  : haven Zeebrugge
- 1 : ingreep 1 - eiland
- 2 : ingreep 2 - zandmotor
- 3 : ingreep 3
- a : route voor estuaire vaart
- b : hoofdvaarroute

Figuur 134 Overzicht van de drie eilanden

bijkomende kustverdediging vragen. Het eiland ligt verder in zee dan in voorstellen zoals het masterplan Vlaamse Baaien en het plan van de gemeente Knokke. Hierdoor blijft het open zicht op zee vanaf de huidige zeedijk gevrijwaard. Omwille van de zandrivier – het eiland bevindt zich in het turbiditeitsmaximum van de Belgische kust (Van Lancker et al., 2012) – valt te verwachten dat ook de rest van Vlakte van de Raan zal aanzanden. Zo ontstaat een interessant intergetijdengebied net daar waar momenteel een Natura 2000-gebied is afgebakend. Het eiland en het intergetijdengebied zorgen verder samen voor kalmere golfcondities tussen Zeebrugge en Vlissingen en verminderde kusterosie ter hoogte van de huidige kustlijn.

Een tweede ingreep situeert zich aan de overzijde van de nieuwe vaarroute. Het storten van de baggerspecie creëert er een opgehoogde zandbank die functioneert als zandmotor. Gebruikmakend van de stromingen zal het opgespoten zand zich hier op natuurlijke wijze verder verdelen over de lokale kustlijn. Dit eiland en het verleggen van de bestaande vaarroutes komen zo tegemoet aan de kusterosie ter hoogte van Walcheren. Het eiland kent daarnaast ook een belangrijke rol in het verhelpen van kusterosie langs de volledige Nederlandse kustlijn. De nieuwe vaargeul doorheen de Vlakte van de Raan zal alle zand, dat passeert langsheen de kustlijn, vangen. De komst van een grote zandmotor maakt het mogelijk dat het zand zijn weg verder kan zetten. Zo blijft de natuurlijke sedimentatie langsheen de gehele Nederlandse kustlijn gevrijwaard.

Een derde ingreep situeert zich ten westen van de haven van Zeebrugge. Hier moet worden nagedacht over constructies die de zijdelingse stroming afremmen opdat de haven van Zeebrugge beter toegankelijk zou zijn. De ingreep mag de stroming echter niet volledig blokkeren om sedimentatie, zoals bij de uitbouw van de strekdammen, te voorkomen. Mogelijk bieden drijvende of op palen steunende constructies, waarbij blauwe energie wordt opgewekt, een oplossing.

### 13.4 Reflecties voor een breed debat

Dit ontwerpvoorstel is geen maatwerk of een finaal plan maar een doordachte schets, een aanleiding voor verder toegepast onderzoek. De Noordzee is een nieuw plangebied. Ze biedt een uniek landschap maar is bovenal een belangrijke publieke hulpbron; *a common pool resource* (Geldof en Janssens, 2010). De zee lijkt een onmetelijk gebied maar de ruimteclaims zijn groot. De ogenschijnlijke ‘zee van ruimte’ vraagt dan ook om een geïntegreerd plan met participatie van alle actoren en geen sectorale



aanpak of strenge zonering (Maes et al., 2005). Een eilandenontwikkeling voor de Belgische kust – gesteld dat we deze eilanden überhaupt kunnen en willen opspuiten – moet, in het licht van voorgaande opmerkingen, een integraal project zijn. Enkel voorstellen die het fysische systeem aanwenden, een veelvoud aan klimaatgerelateerde problemen oplossen en divers ruimtegebruik een impuls geven, moeten we weerhouden voor verder onderzoek. De Vlake van de Raan is een potentieel pilootproject van een dergelijke eilandenontwikkeling, al is verder onderzoek naar deze zandbank noodzakelijk.

## Collectieve slotsom

*Jeroen De Waegemaeker, Valerie Dewaelheyne, Sally Lierman, Pieter Foré*

Hoewel het ontwerpend onderzoek binnen de twee casussen gestart werd vanuit eenzelfde onderzoeksvraag volgde elk ontwerpend onderzoek zijn eigen weg. Doorheen de verscheidenheid aan landschappen, uitgangspunten en uitdagingen op vlak aan klimaatverandering kwamen vijf algemene bevindingen naar boven. Deze bevindingen geven een voorzet voor de beleidsaanbevelingen en kunnen een inspiratiebron vormen bij het uitdenken van klimaatadaptatie in andere regio's.

### **Meervoudige (klimaat-)problematiek, meervoudige (klimaat-)aanpak**

Klimaatuitdagingen mogen niet aangepakt worden vanuit een enkele klimaatimpact. De problematiek in de kuststreek is bijvoorbeeld ruimer dan de achterhaald rakende kustverdediging. CcASPAR signaleert daarom de nood aan een breed klimaatadaptatieplan waarbij alle klimaatimpacten, zowel de interne als externe, worden meegenomen. De bevindingen van het IPCC sluiten hierbij aan en stellen onder meer voor de kuststreek een verruiming van het blikveld voorop (Nicholls, 2007). Om alle relevante klimaatimpacten in beeld te brengen, dient men bij de probleemstelling en visievorming steeds meerdere schaalniveaus te doorlopen. Zo stoelt het ontwerpend onderzoek voor de IJzervallei niet alleen op een analyse van het waterbeheer in de polders maar ook op een studie van het IJzerbekken, de relatie met de omliggende regio's via de IJzer, de kanalen en het grondwater. Een dergelijk breed klimaatadaptatieplan steunt op een gemeenschappelijke aanpak. Alle actoren in het gebied – ongeacht hun beleidsniveau – staan samen in voor de klimaatadaptatie in het licht van het collectief belang. Naast overheden moeten ook burgers en private actoren mee worden ingeschakeld. Concepten zoals waterboeren, waterhoeves en beemden geven aan hoe lokale bewoners aan de klimaatadaptatie kunnen bijdragen.

### **Omgaan met onzekerheden**

De klimaatproblematiek wordt gekenmerkt door een veelvoud aan onzekerheden en de uitkomsten van modellen en scenario's lopen erg uiteen. De voorspellingen omtrent zeespiegelstijging zijn hiervan een schoolvoorbeeld: cijfers gaan van 18 cm tot 200 cm stijging tegen 2100

(Masters, 2009). Deze onzekerheden zijn evenwel geen excuus om bij de pakken te blijven zitten. De Nederlandse Delta-Commissie omschreef de klimaatproblematiek als volgt; ‘de dreiging is niet acuut, maar de opgave is urgent’ (Deltacommissie, 2008). We moeten dus reeds vandaag onderzoeken, ontwerpen en plannen. Hierbij moeten we goed overwogen beslissingen maken: huidige maatregelen kunnen in de toekomst immers obstakels vormen voor de ontwikkeling van alternatieve concepten. Daarom moeten we vanuit een lange termijn nadenken over structurele veranderingen. Zo is het raadzaam om de huidige kustlijn in vraag te stellen en op termijn een nieuw beleid rond kustverdediging te implementeren.

Bij een visievorming op lange termijn zullen er vaak lastige knopen moeten worden doorgehakt, over de mate waarin we vasthouden aan de bestaande ruimtegebruiken en in hoeverre we nieuwe landschappen en systemen moeten ontwikkelen. Omgaan met deze onzekerheden vraagt om ruimte voor experimenten, waar plaatselijk en binnen de gegeven context van bestaand beleid kan worden afgeweken en waar nieuwe concepten, zoals ingrepen in zee, worden getest. Deze ruimte voor experimenten verhoogt de veerkracht van het ruimtelijk beleid.

## **Landschap als leidraad**

197

In de twee casussen werd algemeen ontwerpend onderzoek gevoerd naar klimaatadaptatie maar landschap trok in beide onderzoeken bijzondere aandacht. Het landschap – hier gedefinieerd vanuit landschapsecologisch oogpunt als het samenspel van abiotische en biotische factoren en de mens (zie 4.1) – hielp mee de problemen te definiëren en werd aangewend bij het formuleren van de adaptatievoorstellen. De wijze waarop het landschap wordt benaderd in de verschillende casussen is evenwel verschillend.

In ontwerpend onderzoek voor de kuststrook en de Vlakte van de Raan kwam de focus te liggen op de abiotische factoren. Het fysisch systeem werd ingeschakeld als (nieuwe) drager voor de ruimtelijke ontwikkelingen. Daartoe werd een technisch jargon en een gesofisticeerd kader voor interventie uitgedacht om landschappen op een duurzame manier te kunnen beheren en bewonen. We moeten in tandem werken met hun natuurlijke ritmes en patronen en hierop reageren op een geschikte schaal (Selman, 2006). In de casussen van de Westhoek en de Kempen werd het landschap benaderd als een identificeerbare en karakteristieke *genius loci*, waaraan we ons instinctief en emotioneel gebonden voelen (Selman, 2006). Daarom wordt bij dit ontwerpend onderzoek ‘het landschap’ ingezet als centraal medium voor klimaatadaptatie.

## Klimaatadaptatie als integrale en duurzame gebiedsontwikkeling

Naast de opwarming van de aarde kampt onze samenleving ook met andere uitdagingen zoals verlies aan biodiversiteit, transitie naar een groene economie en versnippering van ecosystemen. Klimaatadaptatie is dan ook veeleer een bijkomende opgave in de duurzame ontwikkeling van een gebied. Onder meer voor kuststreken stelt het IPCC voor om klimaatadaptatie binnen een integrale gebiedsbenadering – *Integrated Coastal Zone Management* (ICZM) – te kaderen (Nicholls, 2007). In beide casussen kan klimaatadaptatie bijgevolg aangewend worden als motor voor (hernieuwde) ruimtelijke kwaliteit en het verweven en realiseren van verschillende plandoelstellingen. Ruimtelijke planning dient immers in het klimaatdiscours de klemtoon te leggen op de innovatieve aanpak waarbij men zich focust op het stimuleren van nieuwe, positieve ontwikkelingen in plaats van het bewaren, beschermen en controleren van de huidige ontwikkelingen (Roggema, 2009). Een dergelijk actief cultiveren van ruimtelijke kwaliteit werd alvast geselecteerd als strategisch thema in het Groenboek Beleidsplan Ruimte (Departement RWO, 2012).

## Ontwerpend onderzoek als proces

Doorheen het onderzoek werd het belang van ontwerpend onderzoek voor klimaatadaptatie duidelijk. Ontwerpend onderzoek had in het CcASPAR-project een dubbele functie: enerzijds trachtten we zo antwoorden te bieden op de centrale vraag ‘Biedt klimaatadaptatie kansen voor ruimtelijke win-situaties?’, anderzijds signaleerden we via ontwerpen leemtes in kennis en brachten we nieuwe onderzoeksvragen naar boven.

De klemtoon van het ontwerpend onderzoek lag op het gevoerde ontwerpproces en de achterliggende ideeën in plaats van het finale eindproduct. Interviews, stuurgroepen en debatten met lokale actoren hebben dit ontwerpproces verrijkt. De schetsen en collages van zowel klimaatscenario's als concrete ontwerpsuggesties bleken veelal cruciaal in het uitlokken van interessante discussies tussen actoren. Het is dan ook zeer aan te raden om dergelijk visueel materiaal te fabriceren om het debat omtrent klimaatadaptatie lokaal op gang te trekken. Vanuit hun kennis over de dagdagelijkse problemen en evoluties in hun gebied, raakten de diverse actoren relevante thema's en ideeën aan. Het betrekken van lokale actoren in het ontwerpend onderzoek lijkt ons dan ook essentieel.

Ten slotte stootte men tijdens het ontwerpend onderzoek binnen CcASPAR steeds op nieuwe onderzoeksvragen omtrent klimaatverandering en

kwetsbaarheid. Zo vraagt bijvoorbeeld het ontwerpvoorstel rond nieuwe meenten naar meer kennis over het gebruik van gronden als collectieve en adaptieve werkruimtes en vervolgens het inschrijven hiervan in het ruimtelijk beleid. Het oprakelen van nieuwe onderzoeksvragen is onvermijdelijk. Het is dan ook zeer de vraag of een structuur zoals deze binnen het CcASPAR-project – een getrapte opbouw waarbij het ontwerpend onderzoek met de kennis uit voorgaande werkpakketten moet van start gaan – niet herzien moet worden. Op het einde van het CcASPAR-proces lijkt het ons alvast beter om, in een dergelijke project naar klimaatadaptatie, exploratief ontwerpend onderzoek reeds van in het begin mee te nemen. Zo kan het ontwerpend onderzoek een project mee in gang zetten en de focus mee helpen bepalen door overkoepelende ontwerpconcepten te formuleren, die binnen het project door wetenschappers en lokale actoren doorgerekend, verfijnd en uitgewerkt kunnen worden. Dergelijk ontwerpend onderzoek steunt op een continue uitwisseling tussen ontwerpers, wetenschappers en lokale actoren die geenszins voor de hand liggend is. Een verweving van het ontwerpen doorheen het onderzoeksproject is alvast onontbeerlijk.



## Deel III

# Klimaat als beleidsuitdaging





## Hoofdstuk 14 De ‘governance’ van klimaatverandering

*Björn Bracke, Pieter Van den Broeck*

### 14.1 Ruimtelijk beleid, onderdeel van een ruime socio-ecologische dynamiek

In voorgaande delen werden achtereenvolgens de verwachte gevolgen van klimaatverandering, de opbouw en gevoeligheid van het systeem en mogelijke ontwerp oplossingen behandeld. In dit deel onderzoeken we de rol van ruimtelijke planning en beleid in de regulering (sturing, *governance*) van de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu en maatschappij. We reiken een aantal bouwstenen aan voor ruimtelijk beleid dat inspeelt op de klimaatverandering en verwijzen daarbij naar beleidsaspecten die in voorgaande delen al aan bod kwamen.

Om inzicht te krijgen in de rol van ruimtelijk beleid in de relaties tussen klimaat en ruimte, plaatsen we klimaat in de bredere context van de relaties tussen mens en natuurlijk milieu. De toestand van het klimaat en de wijzigingen daarin, hebben immers in de loop der eeuwen menselijke praktijken in belangrijke mate vorm gegeven. Elementaire klimaatfactoren (neerslag, vochtigheid, warmte, verdamping, luchtdruk, wind) hebben landbouwsystemen, nederzettingssystemen, bouwstijlen, verplaatsingsgedrag enz. in grote mate beïnvloed, maar ook omgekeerd werkt de mens in op het fysisch systeem en biotische processen die op hun beurt het klimaat beïnvloeden. Klimaat, natuurlijk milieu en menselijke processen zijn onderdeel van dezelfde ‘socio-ecologische’ dynamiek. In deze dynamiek kaderen we de rol van beleid, meer bepaald ruimtelijk beleid.

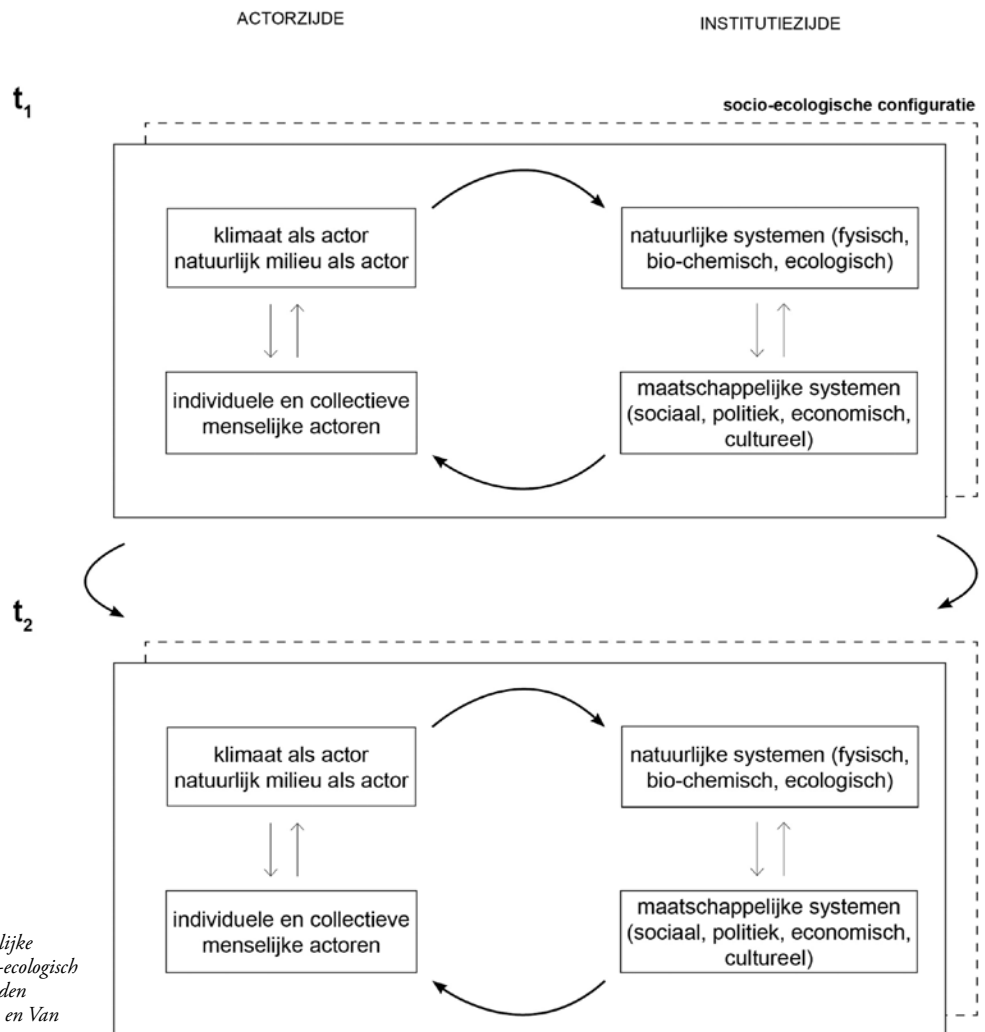
203

### 14.2 Institutionalistische benadering

Om te komen tot aanbevelingen omtrent de doorwerking van klimaatverandering in ruimtelijk beleid, proberen we te begrijpen welke dynamieken verantwoordelijk zijn voor het huidige ruimtelijk beleid in zijn biofysische en maatschappelijke context, en hoe dit de relatie tussen klimaat, natuur en maatschappij heeft bepaald. Daartoe werpen we ook een blik op het verleden. We trachten in te schatten hoe overheden en andere actoren milieuproblemen – waaronder ook de klimaatverandering – in het verleden hebben ernstig genomen. Ook machtsverhoudingen,

beperkingen en mogelijkheden van ruimtelijk beleid zijn hierbij van belang. Deze kennis kan bijdragen tot een inschatting van de te verwachten plaats van de klimaatverandering op de politieke agenda, of van de inspanningen die nodig zijn om deze agenda te beïnvloeden.

In de analyse baseren we ons op een institutionalistische benadering volgens Van den Broeck (2010, 2011, met Servillo 2012), in navolging van onder andere Healey (1999), Gualini (2001), Moulaert (2005) en Jessop (2001) en verrijkt met onder andere Swyngedouw (1999), Para (2010) en Para & Moulaert (2010). We zien het Vlaams ruimtelijk beleid als onderdeel van een socio-ecologisch veld. Dit veld bestaat enerzijds uit menselijke (civiele, publieke en private personen, en groeperingen) en niet-menselijke (water, bodem, reliëf, fauna en flora) actoren en



*Figuur 135 Het Vlaamse ruimtelijke beleid als onderdeel van een socio-ecologisch veld (eigen verwerking van (Van den Broeck, 2010, 2011) en (Servillo en Van den Broeck, 2012))*

praktijken, en anderzijds uit menselijke en niet-menselijke processen en mechanismen (maatschappelijke drijvende factoren, fysische en bio-chemische processen, ecosystemen). Beide zijden van dit veld structureren elkaar (zie Figuur 135). Dit veld is in voortdurende verandering, aangezien zowel de actorzijde als de maatschappelijk-ecologische zijde voortdurend veranderen en op elkaar ingrijpen. Het socio-ecologisch veld bestaat uit verschillende deelvelden (socio-ecologische configuraties) die verschillende praktijken en visies ten aanzien van de relaties tussen mens en natuurlijk milieu uitdrukken en met elkaar (kunnen) conflicteren.

Ruimtelijk beleid als onderdeel van dit veld wordt geconstrueerd door menselijke en niet-menselijke actoren en praktijken (beroepsgroepen, politieke partijen, ngo's, private actoren enz.) en menselijke en niet-menselijke processen en mechanismen (fysisch systeem, juridisch systeem, kennissystemen, discoursen enz.). We onderzoeken de rol van ruimtelijk beleid in de dynamiek van opkomen, transformeren en verdwijnen van tijdelijk min of meer stabiele socio-ecologische configuraties die de uitdrukking zijn van specifieke mens-natuurlijk milieu relaties. We beschouwen ruimtelijk beleid daarbij niet als technisch-rationele activiteit in functie van een ecologische modernisering, maar als onderdeel van een veld van contestatie waarin de posities ten aanzien van de relaties tussen mens en natuurlijk milieu of ten aanzien van een duurzame economische ontwikkeling, conflicteren (zie bijvoorbeeld Campbell, 2006; Bulkeley, 2006; Halsnaes, 2006). Via verschillende vormen van ruimtelijk beleid of klimaatbeleid kunnen dus heel verschillende vormen van socio-ecologisch beleid worden vorm gegeven.

205

### **14.3 Leeswijzer**

In Hoofdstuk 15 schetsen we de manier waarop de klimaatproblematiek, in zijn breedste betekenis, internationaal op de agenda kwam en leidde tot klimaatbeleid. Vervolgens richten we ons in Hoofdstuk 16 op de analyse van het socio-ecologisch veld in Vlaanderen na WO II. Hier wordt de arena geschetst waarin klimaatbeleid en ruimtelijke ordening zich bevinden. Dit leidt tot aanbevelingen die aan bod komen in Hoofdstuk 17 aan de hand van 'vijf bouwstenen voor een klimaatbestendig Vlaanderen'.

## Hoofdstuk 15      Klimaatverandering op de internationale agenda

*Björn Bracke, Clenn Kustermans, Björn Verhofstede, Pieter Van den Broeck*

### 15.1 Inleiding

Al sinds enige decennia gaat aandacht uit naar de globale klimaatwijziging en de invloed van het menselijk handelen daarin. Op internationaal niveau is discussie ontstaan over de mogelijke gevolgen van de voortzetting van de ongelimiteerde productie- en consumptiemaatschappij. Tijdens de economische hoogtijdagen in de jaren 1960 is het bewustzijn ontstaan dat natuurlijke hulpbronnen eindig zijn en dat een ongebreidelde voortgang zou leiden tot een uitputting van de aarde. Daarbij heeft dat bewustzijn een hele ontwikkeling doorgemaakt: terwijl de eerste rapporten van dien aard sceptisch ontvangen werden, is de zorg om het milieu vandaag een algemeen aanvaard, maar desondanks geen vanzelfsprekend idee. Er zijn grote stappen gezet maar het ecologisch bewustzijn blijft in het algemeen ondergeschikt aan het marktdenken. Hierdoor heeft klimaatverandering het moeilijk om een prominente rol op te eisen op de beleidsagenda. Nochtans werd eerder in het boek aangetoond dat de nood hiertoe hoog is.

De kern van de boodschap is dat de uitdagingen waar de wereld voor staat, wijzen in een richting die voorbij de grenzen gaat van het socio-economisch systeem zoals we het vandaag kennen. In dit hoofdstuk leggen we op basis van een historische analyse van het socio-ecologisch perspectief uit waarom we tot nu toe niet echt in staat zijn om het klimaatvraagstuk op te lossen.

### 15.2 Klimaat op de wereldagenda: een korte ontwikkelingsschets

Na de Tweede Wereldoorlog groeide het besef dat het milieu kwetsbaar is voor menselijk gebruik en dat de natuurlijke grondstoffen eindig zijn. Kennis, opgebouwd in de academische wereld, begon door te dringen in de westerse nationale en internationale instituten met als gevolg dat er mondiaal diverse parallelle initiatieven ontstonden. Onderstaande tabel schetst hoe de ecologische crisis – via maatschappelijk debat over ‘grenzen aan de groei’, ‘het gat in de ozonlaag’, ‘duurzame ontwikkeling’, ‘emissiehandel’ en ‘klimaatadaptatie’ – op de internationale agenda kwam. De manier waarop diverse paradigma’s tot stand kwamen en vertaald werden

in beleidsmaatregelen, was telkens het gevolg van moeizame discussies tussen uiteenlopende belangengroepen die in meer of mindere mate de ecologische crisis naar zich toe probeerden te trekken. Zo werd het gat in de ozonlaag vooral door milieuactivisten aangewend om actie te voeren, terwijl de economische wereld zijn concurrentiekracht bewaakt via een marktmechanisme waarin uitstootrechten van broeikasgassen worden verhandeld (zie bijvoorbeeld Van der Heijden, 2004).

### **15.3 Moeizame reactie van nationale en regionale overheden op de klimaatproblematiek**

De internationale politiek heeft een belangrijke rol gespeeld in de ontwikkeling van klimaatbeleidsplannen van afzonderlijke landen en regio's. Wat betreft adaptatie- en mitigatiestrategieën maakten de meeste landen gebruik van het theoretisch raamwerk, de klimaatmodellen en scenario's die werden ontwikkeld door het IPCC. Daarnaast neemt de Europese Commissie een voortrekkersrol op om klimaatverandering op de beleidsagenda van haar lidstaten te brengen. Onder invloed van de internationale organisaties maakten tal van regio's en landen de afgelopen tien jaar mitigatie- en adaptatieplannen. Een vergelijkende studie van een aantal Europese strategieën leert ons dat de beleidsstukken veel overeenkomsten vertonen<sup>1</sup>. De meeste landen blijken zich – mede als gevolg van de Kyotobepalingen – terdege bewust te zijn van de noodzaak van klimaatbeleid. Zo is men zich bewust van de opgave, het kader waarbinnen een en ander plaatsvindt, de internationale verantwoordelijkheid die rijke landen dragen en de mogelijke maatregelen om het klimaat tegen de mens en de mens tegen het klimaat te beschermen.

Hoewel er voldoende wetenschappelijke kennis bestaat over de huidige crisis van de relatie tussen mens en natuur, verloopt de opwarming van de aarde steeds sneller. Het GEO-4-rapport van het UNEP (United Nations Environment Programme) stelt openlijk dat overheden wereldwijd falen in hun reactie op de sociaal-ecologische crisis (Jones, 2008). Net zoals in andere Europese landen en regio's ontbreekt ook in Vlaanderen de koppeling tussen de voorgestelde oplossingen en een concrete uitvoering daarvan. Dit is onder andere te wijten aan een gebrek aan draagvlak bij de verschillende diensten, lokale overheden en middenveldorganisaties. Dit bleek ook uit de evaluatie van het eerste Vlaams Klimaatbeleidsplan

---

<sup>1</sup> Binnen CcASPAR werden de mitigatie- en adaptatieplannen van Denemarken, Duitsland, Nederland, Spanje, Verenigd Koninkrijk en Zweden onderzocht naar diverse probleemdefinities, oplossingen en strategieën. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in één van de deelrapporten.

JAAR	GEBEURTENIS
1962	National Research Council (VS) publiceert het deelrapport ' <b>Energievoorraden</b> ' van Hubbert (Peak Oil) dat duidt op de consequenties van het op grote schaal verbranden van fossiele brandstoffen en de eindigheid van deze brandstoffen.
1968	Oprichting <b>Club van Rome</b> door Europese wetenschappers.
1972	<b>VN-conferentie</b> over het menselijk milieu te Stockholm. Uit deze conferentie vloeit de <b>UNEP</b> (United Nations Environmental Programme) voort, dat erop is gericht om het milieu te nestelen in de core business van elke natie.
1972	Publicatie 'Limits to growth' ( <b>Grenzen aan de groei</b> ) door de Club van Rome (Meadows et al.), waarin de relatie tussen economische groei en het milieu wordt onderzocht en een toekomstverkenning wordt opgemaakt.
1979	Eerste <b>Wereldklimaatconferentie</b> georganiseerd door de WMO. Hier is de zorg uitgesproken dat een "verdere uitbouw van menselijke activiteiten op aarde kan leiden tot aanzienlijke en uitgebreide regionale en zelfs wereldwijde klimaatveranderingen".
1985	UNEP/WMO/ICSU-conferentie in Villach over de 'Beoordeling van de rol van kooldioxide en andere broeikasgassen in klimaatschommelingen en de bijbehorende gevolgen'.
1985	British Antarctic Survey ontdekt <b>gat in de ozonlaag</b> .
1987	<b>Montréalprotocol</b> betreffende de bescherming van <b>de ozonlaag</b> door een uitfasering van de productie van stoffen die de ozonlaag aantasten.
1987	Commissie Brundtland definieert ' <b>duurzame ontwikkeling</b> ' in het rapport ' <i>Our common future</i> '.
1988	WMO en UNEP richten het <b>IPCC</b> ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> ) op, met als doel de ontwikkeling van een internationale consensus over de oorzaken, gevolgen en mogelijke respons op klimaatverandering door middel van wetenschappelijk onderzoek.
1989	Montréalprotocol treedt in werking.
1990	In een eerste IPCC- <b>beoordelingsrapport</b> (FAR, augustus 1990) wordt wetenschappelijk onderzoek naar klimaatverandering bijgestaan door beleidsconclusies en reactiestrategieën.
1990	VN-resolutie voor internationale onderhandelingen over het UNFCCC-klimaatverdrag.
1991	<b>EU</b> -leden ontwikkelen een eerste gezamenlijke strategie om <b>broeikasgasuitstoot</b> te beperken en <b>energie-efficiëntie</b> te verbeteren. De EC is bereid maatregelen te nemen om de CO <sub>2</sub> -emissie in 2000 te stabiliseren op het niveau van 1990.
1992	<b>UNFCCC-klimaatverdrag</b> getekend op Earth Summit in Rio de Janeiro. Dit verdrag biedt een kader voor klimaatbeleid en -regelgeving. Uit de conferentie vloeien de afspraken 'Agenda 21' en 'Verklaring van Rio' en de oprichting van de commissie duurzame ontwikkeling (CSD) voort.

- 1994 UNFCCC-klimaatverdrag treedt in werking.
- 1995 Eerste **UNFCCC-partijconferentie** (COP-1) in Berlijn legt de basis voor het Kyoto-protocol.
- 1995 Tweede IPCC-beoordelingsrapport over effecten, adaptatie en mitigatie van klimaatverandering en economische en sociale dimensies van klimaatverandering.
- 1997 **Kyotoprotocol** wordt aangenomen waarin geïndustrialiseerde landen een eerste reeks doelstellingen formuleren om **broeikasgasemissies** in de periode 2008-2012 **te reduceren** tot het niveau van 1990.
- 2000 Eerste Europees Klimaatveranderingsprogramma (**ECCP I** voor de jaren 2000-2004) gestart. Dit programma gaat uit van **uitstootvermindering**.
- 2000 EU bevestigt de **Lissabonstrategie** die erop gericht is om van de EU tegen 2010 de meest competitieve, dynamische en op kennis gebaseerde economie van de wereld te maken.
- 2001 Het IPCC publiceert een derde beoordelingsrapport (TAR).
- 2002 Europese Commissie bekrachtigt het Kyoto-protocol.
- 2002 **Wereldtop duurzame ontwikkeling** in Johannesburg herbevestigt Agenda 21.
- 2004 In COP-10 Buenos Aires wordt een **adaptatie- en maatregelenprogramma** besproken.
- 2005 Rusland bekrachtigt het **Kyotoprotocol**, waarna het protocol **in werking** treedt.
- 2007 COP-13 Bali, met daaruit voortvloeiend de **Bali Road Map and Action Plan**, waarin verdere aandacht wordt besteed aan zowel mitigatie als adaptatie.
- 2007 EU-commitment neemt toe: als anderen zich verbinden tot hogere reductieniveaus, zal de EU 30% minder uitstoot bewerkstelligen in plaats van de vastgestelde 20%.
- 2008 COP-14 Poznan over een **adaptatiefonds voor ontwikkelingslanden**: adaptatie, financiën, technologie, emissievermindering van ontbossing en bosdegradatie, rampenbeheer.
- 2009 **EU witboek** 'Adapteren aan klimaatverandering'.
- 2011 De eerste commitmentperiode van het Kyoto-protocol eindigt in 2012. Op de **klimaatveranderingsconferentie** in Durban in 2011 wordt een **nieuw internationaal kader** onderhandeld.
- 2050 Voorzien **herstel van de ozonlaag**, ervan uitgaande dat voldaan wordt aan het Montréal-protocol.
- ???? **Stabilisatie** van de **atmosferische samenstelling**.

2002-2005 (LNE, 2006). Voorts lijken de klimaatplannen in de meeste Europese landen veeleer constaterend te zijn zonder een politieke en actie-gerichte inbedding met behulp van maatregelen en actieprogramma's met (langdurige) engagementen en timing. Met een verwijzing naar verder onderzoek, nieuw op te zetten structureel overleg, een nadere uitwerking of het oprichten van (interministeriële) werkgroepen zijn het misschien reële, maar weinig effectieve stukken geworden die eerder zijn opgemaakt om te voldoen aan een internationale verwachting dan om een effectieve klimaatstrategie uit te stippelen.

We kunnen stellen dat het hedendaagse internationale beleid niet in verhouding staat tot de ernst en urgentie van de klimaatproblematiek. In tijden van economische crisis is de angst voor een verlies aan concurrentievermogen van continenten, landen en regio's heel groot. Teneinde de eigen economie te beschermen, wenst men zich niet vast te pinnen op strikte verbintenissen. Dit komt sterk tot uiting in de moeizame internationale onderhandelingen om een vervolg te breien aan de eerste verbintenisperiode van het Kyoto-protocol. Ook het Europees emissiehandelssysteem (ETS) wordt gedreven door nationaal protectionisme. Landen en sectoren bepleitten uitzonderingen voor industriële sectoren die onder sterke concurrentiedruk staan. Dit heeft geleid tot een lijst van 160 uitzonderingen en het gratis uitdelen van uitstootrechten aan tal van bedrijven waardoor de investeringen in nieuwe technologieën slechts beperkt op gang kwam (Bruyninckx, 2010).

## **15.4 Besluit**

Het begrijpen van de mechanismen die het milieu aansturen, de wisselwerking tussen het milieu en de mens, de draagkracht van de aarde, de ecologische balansen, de stijgende wereldbevolking in relatie tot het economisch groeimodel enz. zijn geen nieuwe vraagstukken maar werden in eerdere discoursen reeds aangehaald. Wel blijft de discussie actueel. Inmiddels is gebleken dat de noodzaak om aan de ecologische crisis te werken is erkend, en dat er op verschillende niveaus consensus is bereikt over gezamenlijke doelen en actiepunten. Maar in de praktijk blijkt dat het engagement niet of nauwelijks gerealiseerd wordt. Uiteenlopende belangen binnen de socio-ecologische krachtvelden in afzonderlijke naties spelen daarin een belangrijke rol en kunnen de uitvoering van klimaatmaatregelen blokkeren. Deze bevinding wordt verder behandeld in Hoofdstuk 17.



## Hoofdstuk 16      Klimaat en ruimtelijk beleid in Vlaanderen

*Björn Bracke, Pieter Van den Broeck*

### 16.1    Analyse van de socio-ecologische dynamiek in Vlaanderen na 1945

De manier waarop probleemdefinities, standpunten en strategieën ten aanzien van de crisis van het natuurlijk milieu – en het klimaat als onderdeel daarvan – vandaag worden geformuleerd, heeft diverse wortels in het verleden. We schetsen hoe ruimtelijk beleid heeft bijgedragen tot diverse vormen van regulering van de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu, mens en maatschappij. Dit gebeurde onder andere door het sluiten van coalities met andere beleidsdomeinen zoals infrastructuur, werkgelegenheid, huisvesting, water of natuur. Ruimtelijk beleid heeft in de loop van de geschiedenis in meer of mindere mate bijgedragen aan de oorzaken van en de aanpassing aan klimaatveranderingen. Zo zullen we concluderen dat er ook vandaag verschillende adaptatiestrategieën naar voor worden geschoven door verschillende belangengroepen die uiteenlopende sociale, ecologische en economische gevolgen hebben. Uit deze analyse trachten we lessen te trekken uit het verleden door de effectiviteit en de traagheid van beleidsaanpassingen met betrekking tot het natuurlijk milieu (en dus ook het klimaat) in beeld te brengen. Deze evolutie organiseren we volgens diverse episodes waarin telkens overgangen gebeuren tussen tijdelijke en min of meer gestabiliseerde socio-ecologische configuraties, die uitdrukken hoe mens en maatschappij omgaan met natuur en klimaat (en vice versa). De evolutie van deze configuraties is ook samengevat in Figuur 139 waarin links de betrokken actorengroepen en rechts de instrumenten daarvan zijn weergegeven.

211

#### 16.1.1    Planning voor socio-economische expansie en eigen woningbezit (1945-1962)

In de vroege jaren 1950 kwam een algemeen economisch expansiebeleid op gang. Deze strategie maakte deel uit van het toenmalig westers 'fordistisch' ontwikkelingsmodel. Typische kenmerken van deze periode waren economische groei, de ontwikkeling van massaproductie en massaconsumptie, standaardisatie alsook sterke overheidsinterventie. Dit leidde tot de geleidelijke ontwikkeling van een dominante socio-ecologische configuratie met daarin federale administraties, infrastructuurplanners,

*Figuur 136 Vanaf de jaren 1960 groeide een algemene sfeer pro auto en autosnelwegen. Tussen 1965 en 1975 werden aanzienlijke budgetten vrijgemaakt om in sneltempo een wegennetwerk aan te leggen. De bouw van de fly-over aan het Zuid in Gent (1972) moest de auto tot diep in het hart van de stad laten binnendringen. Hierdoor moesten 1800 mensen hun woning in Ledeberg verlaten. (Boone en Deneckere, 2010)*



nieuwe economische raden en comités, provincies, werknemers, banken, planologen enz. met als gemeenschappelijk doel de socio-economische expansie van Vlaanderen. De bedoeling was in essentie om een evenwicht tot stand te brengen tussen stijgingen van de economische productiviteit en winst, en stijgingen van de lonen en de koopkracht (Van den Broeck et al., 2010). Ook het natuurlijk milieu werd in deze economische logica ingeschakeld door het exploiteren van grondstoffen. Dit ging gepaard met het uitstoten van vervuilende stoffen en een sterk geloof in de herstelkracht van de aarde. Deze benadering was gebaseerd op verschillende ondersteuningsmechanismen voor private ontwikkeling en in hoofdzaak publieke investeringen om de (economische) infrastructuur te moderniseren (Ryckewaert, 2007). Zij ontwikkelde zich ook als ruimtelijk beleid.

Terzelfdertijd ontwikkelde zich een tweede socio-ecologische configuratie, gedragen door grondeigenaars, de bouw- en ontwikkelingssector, gemeenten, delen van politieke partijen en organisaties, banken, huisvestingsmaatschappijen enz. met wortels in het recht op eigendom. Het stimuleren van het eigen woningbezit en het particulier initiatief waren belangrijke onderdelen van deze configuratie en in de ruimtelijke uitdrukking ervan. Op die manier stimuleerde deze configuratie een ongebreidelde groei van de ruimteconsumptie door woningen, bedrijfjes en voorzieningen in Vlaanderen. Het natuurlijk milieu werd in deze vorm van ruimtelijk beleid impliciet beschouwd als te privatiseren onderdeel van het kapitalistisch economisch proces. Slechts één op de tien gemeenten maakt van de mogelijkheden gebruik om een meer collectief ruimtelijk beleid te voeren door bijvoorbeeld algemene en bijzondere plannen van aanleg op te maken (Renard, 1995).

#### 16.1.2 Planning voor infrastructuur, schaalvergroting en verkavelingen (1962-1972)

Het fordistisch groeimodel kende zijn hoogtepunt in de jaren 1960. Met publieke middelen werden industriegebieden aangekocht en ingericht, een uitgebreid autosnelwegennetwerk aangelegd en moderniseringswerken aan waterwegen uitgevoerd (Ryckewaert, 2007). In dezelfde periode trad het Europees landbouwbeleid in werking dat vooral heil zag in moderne, economisch leefbare landbouwbedrijven. Onder invloed van de overheid en de landbouworganisaties ondergingen kleinschalige, gemengde landbouwbedrijven grootschalige moderniseringsprojecten. Bedrijven, overheden, banken en beroepsorganisaties investeerden in schaalvergroting, herstructurering, modernisering en specialisatie van de landbouwsector. Het gevolg hiervan is dat er veel kenmerken verdwenen

die we heden ten dage opnieuw definiëren als landschapsvormend en als verleners van ecosysteemdiensten.

Voorts nam de vraag naar ruimte voor wonen in deze periode sterk toe. Samen met de aanleg van autosnelwegen, de stijgende welvaart en autobezit, de sterk groeiende bevolking en de gestimuleerde vraag naar grote woningen in het groen, zorgde dit alles voor een hoge druk op de open ruimte in Vlaanderen en aanzienlijke pendelbewegingen. Ruimtelijke ordening speelde hierin een belangrijke rol via onder andere de wet op de stedenbouw van 1962 die vooral gemobiliseerd werd door eigenaars, bouw- en ontwikkelingssector, architecten, recreanten en een deel van de juridische wereld om verkavelingsvergunningen te verkrijgen (Anselin et al. 1967; Merckaert, 2008; Renard, 1995). Bovendien introduceert de wet op de stedenbouw een systeem van ‘bestemmingsplanning’ dat zou leiden tot de opmaak van de gewestplannen.

Vanaf het einde van de jaren 1960 ontstond een reactie van milieu- en emancipatiebewegingen tegen het fordistisch ‘groei’-paradigma (mei ’68, ‘grenzen aan de groei’). Het betreft een reactie op de opkomende crisis van de fordistische socio-ecologische configuratie, zoals sterke landconsumptie door suburbanisatie, verkeerscongestie in steden, dualisering stad-suburbane gordel, productie van afval en uitstoot van onder andere CO<sub>2</sub>, achteruitgang van biodiversiteit en milieukwaliteit, fragmentatie van de open ruimte, milieudruk door agro-industrie, verdwijnen van natuurlijke rijkdommen en verstoring van waterhuishouding. In de ruimtelijke ordening toonden de voorontwerpen van de gewestplannen – zij het beperkt – de ambitie om natuur en open ruimte te beschermen. De aandacht voor het natuurlijk milieu in de voorontwerp-gewestplannen zou echter niet overleefd blijven. Gemeenten zagen deze plannen immers als een beknotting van de gemeentelijke autonomie en hadden geen boodschap aan de definitieve bestemming van landbouwgebieden en groene natuurzones. In tijden van ongebreidelde groei en stijgende welvaart waren enkel rode (wonen) en paarse (industrie) zones volgens hen van belang. Voor landbouw was in dat denken geen plaats, natuur was waardeloos en achterhaald (Renard, 1995).

213

### 16.1.3 Opkomst van de milieubeweging versus individuele ruimteclaims (1973-1983)

Door kredietverminderingen, afname van winstmarges en structurele spanningen tussen winstmaximalisatie en welvaartsdeling tijdens de jaren die volgden op de olieschokken van 1973 en 1979, kwam een einde aan het fordistische groeimodel. Vanaf de jaren 1970 verplaatsten bedrijven



*Figuur 137 Vanaf de jaren 1970 staan inwoners steeds meer stil bij de gevolgen van vervuilde fabrieken (Gent, AMSAB in Feys, 2011)*

hun productie naar lageloonlanden, groeide de werkloosheid, bouwden overheden schulden op en werd er systematisch bezuinigd op overheidsuitgaven. Vooral in de jaren 1980 moesten de overheidsfinanciën een globale besparingswoede doorstaan. In het ruimtelijk beleid was dit bijvoorbeeld zichtbaar in het afbouwen van grootschalige infrastructuurwerken en een vermindering van het aankopen en inrichten van bedrijventerreinen. Ook het Europees gemeenschappelijk landbouwbeleid kreeg meer en meer kritiek. De voedseloverschotten op het einde van de jaren 1970 gaven aan dat de productiefixatie als gevolg van het gemeenschappelijk landbouwbeleid te ver was doorgeschoten.

De crisis van het fordisme gaf ruimte aan de milieu- en emancipatiebewegingen om zich te organiseren in de jaren 1970. Tijdens de jaren 1970 stierven op verschillende plaatsen in Vlaanderen dieren als gevolg van sterk vervuilde weilanden (Feys, 2011). Als gevolg van dergelijke milieuschandalen ontstonden milieugroepen en activisten die protesteerden tegen milieuvervuiling. Ook het Europese beleid toonde vanaf de jaren 1970 steeds meer aandacht voor natuur en milieu. De gezamenlijke inspanningen van milieuactivisten, internationale en lokale milieuorganisaties, welzijnsorganisaties, planners en stedenbouwkundigen en Europese instellingen leidde tot toenemende aandacht voor nieuwe thema's zoals natuur, milieuhygiëne, afval, energie en voedsel. Vanuit hun bezorgdheid om de verdere verloedering van de steden, de stroefheid van de gewestplannen en het verlies van open ruimte en natuur, ontwikkelden ruimtelijk planners en stedenbouwkundigen banden met de milieubeweging en de samenlevingsopbouw (Van den Broeck et al., 2010). Er werd geëxperimenteerd met een procesgerichte en emancipatorische wijze van ruimtelijk beleid met grote aandacht voor het natuurlijk milieu. Op Vlaams niveau leidde dit onder andere tot het opmaken van conceptnota's voor een structuurplan Vlaanderen (1983-1984).

Waar de voorontwerp-gewestplannen een zekere aandacht hadden voor het natuurlijk milieu, benadrukten de ontwerp-gewestplannen vooral het belang van ruimte voor wonen, economie en infrastructuur. Zowel bij de vertaling van voorontwerp- naar ontwerp-gewestplannen als bij de definitieve goedkeuring van de gewestplannen (1976-1980) werden wijzigingen aangebracht ten voordele van de harde sectoren (wonen, industrie en infrastructuur). Daardoor bevatten de gewestplannen een voorraad aan bouwgronden die tot een eind in de 21<sup>ste</sup> eeuw reikte (Renard, 1995). Met de goedkeuring van de gewestplannen en de bijbehorende gebiedsdekkende bestemmingen kreeg elk perceel in Vlaanderen tenslotte ook een positie in de vastgoedmarkt en een geldwaarde, wat een bestendiging inhield van de focus op ruimteconsumptie door menselijke activiteiten.

#### 16.1.4 Opkomend neoliberalisme, consumptie van de open ruimte en institutionalisering van het milieubeleid (1983-1991)

Ten gevolge van de economische crisis (midden jaren 1970 tot midden jaren 1980) namen de investeringen van buitenlandse ondernemingen af, steeg de werkloosheid en nam de overheidsschuld sterk toe. Aan het begin van de jaren tachtig leidde dit tot grote besparingen in de overheidsfinanciën en ontwikkelde zich een neoliberale politiek in navolging van Ronald Reagan in de Verenigde Staten en Margaret Thatcher in het Verenigd Koninkrijk. Actief overheidsingrijpen in de economie werd meer en meer een taboe. De nieuwe overheidsaanpak ging zich beperken tot het ondersteunen en uitbouwen van kennisinstellingen, creëren van mogelijkheden voor spin-offs en nieuwe ondernemingsactiviteiten en het verlenen van steun aan startende bedrijven. Het was de bedoeling om Vlaanderen te positioneren als hoogtechnologische regio. Door de herstructurering van de economie en het vrijkomen van voormalige industriële sites (*waterfronts*, *brownfields*, spoorwegemplacements, ...) en de sterke kritiek op de verloederding van steden, ontstond een vernieuwd discours omtrent stadsvernieuwing op het einde van de jaren 1980. Om de projecten te financieren werd beroep gedaan op zowel overheidssteun als de private sector en werd een kader gecreëerd voor publiek-private samenwerking. Hierdoor slopen enerzijds ontwikkelings- en vastgoedlogica's in planningsprojecten, anderzijds werd in de stadsprojecten de aandacht gevestigd op mobiliteit, groen in de stad, water, publieke ruimte enz. Het neoliberale discours riep ook op tot een meer 'directe' democratie, meer macht voor individuele ondernemingen, individuele autonomie en minder overheidssturing. Binnen het ruimtelijke beleid resulteerde dit in een versoepeling van het vergunningensysteem met het oog op de behartiging van individuele belangen (realisatie van weekendhuisjes, verkavelingen, visvijvers enz.). Ondanks de lage ambities werd het gewestplan zo geleidelijk aan uitgehold. De historische verlinting en verkaveling van de open ruimte werd in deze episode opnieuw versneld. Het natuurlijk milieu werd – daarin gesteund door ruimtelijk beleid – verder geprivatiseerd, bebouwd, versteend en geconsumeerd.

De groeiende kritiek op de milieuvervuiling en de opmars van de milieubeweging in voorgaande episode kregen in deze episode politiek gevolg. Naar aanleiding van de gezondheidsrisico's die milieuvervuiling met zich meebracht, werd het milieubeleid na de tweede staatshervorming in 1980 een onderdeel van de organisatie van de Vlaamse administratie. Daarnaast bouwde de milieubeweging aan een vernieuwd discours waarin het sectorale natuurbeleid werd omgebogen naar een integraal natuurbeleid. Hierbij werd onder andere integratie beoogd met het

ruimtelijke en het milieubeleid (Bogaert, 2004). Niet alleen waren er op dat moment veel contacten tussen ruimtelijk planners, landinrichters en milieuplanners, ook was de invloed van Europa een externe factor met toenemend belang (Van den Broeck et al., 2010). Vooral in de besturing van het landbouwbeleid, met eerste stappen naar plattelandsbeleid, zou Europa een belangrijke rol spelen.

#### 16.1.5 Opkomst van de structuurplanning als geïntegreerde vorm van planning (1991-1999)

In neoliberale socio-economische modellen die zich ontwikkelden na de crisis van de jaren 1980 werd het geloof in staatsingrijpen voor economische groei vervangen door selectieve deregulering, privatisering, flexibilisering en activering van de arbeidsmarkt en ruimtelijke decentralisering gebaseerd op een vertrouwen in de vrije markt. Met de streekontwikkeling ontstond midden jaren 1990 opnieuw interesse voor een vorm van socio-economische planning, weliswaar met een doorgaans overwegend eng-economisch karakter. In economische middens speelden de kamers van koophandel, vakbonden, intercommunes, de Vlaamse administratie voor economie, gewestelijke ontwikkelingsmaatschappijen enz. in op de crisis van de industriële economie (Kempen, Limburgse mijnstreek, Westhoek enz.) en het vrijkomen van Europese fondsen voor regionale ontwikkeling. De nadruk lag hierbij op procesplanning die vooral was gericht op de sociale en economische ontwikkeling van het grondgebied maar waarin de bescherming van het natuurlijk milieu toch een groeiende aandacht kreeg.

Nieuwe inzichten in de landschapsecologie, met ondermeer het belang van ruimtelijke schaal en continuïteit van biotopen, vormden de wetenschappelijke voedingsbodem voor een nieuwe, ruimtelijke strategie voor natuurbehoud en -ontwikkeling. Deze strategie werd eerst ontworpen als “Groene Hoofdstructuur”. Door een gebrek aan draagvlak en het hoge conflictgehalte zou de Groene Hoofdstructuur (377.000 ha) met behoud van de principes, maar met een kleinere oppervlakte, worden afgezwakt tot het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN, 275.000 ha). Deze strategie werd ‘offensief’ genoemd onder meer omdat ze aanspraak maakte op gebieden buiten de klassieke reservaten en omdat ze ook doelde op ‘de novo’ natuur, in tegenstelling tot de klassieke ‘defensieve’ beschermingsstrategie van natuur. Met de conferentie van Rio in 1992 kwam ook het concept duurzame ontwikkeling op de politieke agenda. De nieuwe concepten omtrent duurzaamheid, een offensief natuurbeleid en ecologische netwerken werden ook opgepikt door ruimtelijk planners. In 1997 resulteerde een gezamenlijke inspanning van de Vlaamse planningswereld, de administratie voor ruimtelijke ordening, de milieubeweging, mobiliteitsdeskun-

digen enz. in de opmaak van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV). Het RSV werkte compromissen uit tussen enerzijds economie en open ruimte en anderzijds natuur en landbouw. Het natuurlijk milieu werd beschouwd als basis voor het menselijk functioneren en het fysisch systeem als drager van ruimtelijke ontwikkelingen. Klimaatfactoren kregen daarbij onrechtstreeks aandacht via de ruimtelijke ondersteuning van het waterbeleid, mobiliteitsbeleid, beleid gericht op stedelijke groenstructuren enz. Terzelfdertijd slaagde de Vlaamse Landmaatschappij (VLM), onder invloed van het vernieuwde Europese landbouwbeleid, erin om bij ruilverkavelingen, landinrichtingsprojecten en natuurinrichtingsprojecten steeds meer aandacht te besteden aan landschapszorg, biodiversiteit, milieumaatregelen en recreatie. Europa zou ook steeds meer inzetten op plattelandsontwikkeling (PDPO, Leaderprogramma, enz.).

Onder invloed van de milieubeweging werd in 1993 het kader voor de vergunningverlening in de open ruimte bruusk opnieuw verstrengd. Ook in de handhaving werd het roer drastisch omgegooid. Een strengere aanpak van planning en vergunningverlening richtte zich op het vrijwaren van open ruimte en het ondersteunen van de ruimtelijke structuur. Het verstrengde vergunningensysteem had een impact op een enorm aantal individuele eigendommen en het protest vanuit landelijke lokale overheden was groot. Tevens gingen in deze episode tal van milieu- en natuurmaatregelen van kracht die konden rekenen op veel protest (onder andere het duinendecreet, zie 12.3). De boeren protesteerden hevig tegen de Groene Hoofdstructuur en het mestactieplan (MAP), dat strengere bemestingsbepalingen oplegde aan ecologisch waardevolle gebieden (Bogaert, 2004). De grote pvc-producenten zoals Solvay en Tessenderlo Chemie slaagden erin hun werknemers te mobiliseren om samen tegen de ecotaks op straat te komen (Feys, 2011). Ook het Nationaal Komitee Weekendverblijven en de vereniging 'Ruimte voor Mensen' protesteerden tegen het strikte ruimtelijke beleid. Ondanks het verstrengde kader voor ontwikkelingen in de open ruimte, bleef de Vlaamse overheid aanvankelijk ad hoc aanpassingen uitvoeren aan het vergunningenkader. De invloed van de grondeigenaarsverenigingen bleef daarbij groot.

217

#### 16.1.6 Ecologische modernisering versus klimaatcrisis, transitiedenken en landschapsontwikkeling (1999 - heden)

Vanaf de jaren 2000 komt duurzame ontwikkeling in een heel ander discours terecht, in het bijzonder door erkenning van de klimaatproblematiek. Vanaf de jaren 1990 wordt klimaatwijziging onder impuls van de internationale gemeenschap op de maatschappelijke en politieke agenda gezet. Aanvankelijk beperkt het klimaatbeleid zich tot mitigatie, het terug-

dringen van de uitstoot van schadelijke stoffen. Voor het eerst ontstaat er een wetenschappelijke consensus over een nakende onafwendbare klimaatverandering. Onder impuls van internationale ontwikkelingen (Protocol van Kyoto, EU-doelstelling) starten België en Vlaanderen in deze episode met de uitbouw van een klimaatbeleid. De groeiende aandacht voor CO<sub>2</sub>-uitstoot, klimaatverandering en duurzame ontwikkeling mobiliseert een groep van actoren waaronder Internationale, Europese en Vlaamse overheden, grote industriële bedrijven gesterkt door enkele invloedrijke institutionele actoren zoals Unizo, Voka, Resoc's en intercommunales die een collectieve inspanning leveren om de uitstoot van broeikasgassen in te perken. Het Belgische en Vlaamse klimaatbeleid stemt in grote mate overeen met internationale tendensen terzake. Hierbij wordt doorgaans teruggegrepen naar neoklassieke economische theorieën en marktgerichte instrumenten waarbij de milieuproblematiek gereduceerd wordt tot verhandelbare emissierechten, groenestroomcertificaten en bestuurskundige milieubeleidsevaluatie (K-peil, E-peil, duurzaamheidsmeter, FSC-labels, ...). Milieuverdragen tussen landen, convenanten tussen overheid en bedrijfsleven, handel in emissierechten, toepassing van het principe dat 'de vervuiler betaalt' en een optimaal gebruik van de mogelijkheden van de technologische groei (Van der Heijden, 2004), zijn de instrumenten die deze groep – onder de noemer 'ecologische modernisering' – naar voor schuift.

De operationalisering van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen vormde in de voorgaande episode de start van een groot aantal processen, waaronder de uitbouw van een administratie, de opmaak van provinciale en gemeentelijke structuurplannen, afbakeningsprocessen en de opvolging van strategische processen. Door de vraag van de juridische wereld (rechtspraak, Raad van State) naar het eenduidig en toetsbaar maken van overheidsinterventies in ruimtelijke uitvoeringsplannen (RUP's) en structuurplannen, de reacties van eigenaars en ontwikkelaars tegen het toegenomen overheidsingrijpen, de ontwikkeling van diverse administratieve controles op gemeentelijke structuurplannen en RUP's, de ruimteboekhouding in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen en de invloed van het publiek management in het overheidsdenken worden het structuurplan en het RUP in deze episode echter veel statischer dan oorspronkelijk bedoeld was. De nieuwe instrumenten worden gehanteerd om stedenbouwkundige vergunningen al dan niet toe te kennen in plaats van voor het realiseren van een beleid (Van den Broeck et al., 2010). Naast de versoepeling van het vergunningensysteem slaagde men er ook niet in om de ambities inzake natuurbehoud te realiseren. Opvallend is ook de vaste plaats die recreatie, als zogezegde andere (niet-essentiële) functie van het buitengebied, op het niveau van de beleidsdoelstellingen heeft ingenomen.



Als gevolg van de opeenvolgende decreten in de periode 1990-2003 (bos, landschap, ruimtelijke ordening, integraal waterbeleid) ontstaat er in deze episode een veelheid aan nieuwe instrumenten en actoren. Er wordt steeds vaker gebiedsgericht en integraal, over de verschillende diensten en niveaus heen, gewerkt. Met de opmaak van onder andere milieubeleidsplannen, plattelandoontwikkelingsplannen, ruimtelijke structuurplannen en bekenbeheerplannen wordt voor het eerst een gemeenschappelijke langetermijnstrategie uitgewerkt voor thema's als water, natuur, afval en mobiliteit. Via Europese projecten als LIFE, LEADER, ECO<sup>2</sup>, WAVE, F:ACTS vinden actoren van verschillende sectoren en niveaus de weg naar middelen om ecologisch duurzame projecten te financieren.

Binnen de context van klimaatverandering, het slinken van de natuurlijke hulpbronnen en een onrechtvaardige verdeling hiervan ontstaat er vanaf de jaren 2005 een meer radicale beweging die zich verzet tegen de verkwistende, vervuilende en energieverspillende manier van leven van onze samenleving en vaak meer fundamenteel tegen de consumptie en groeigerichte mechanismen van het kapitalisme. De financiële crisis van 2008 en daaropvolgende besparingsoefeningen leidden tot wereldwijde protestacties. De crisis van het kapitalisme leidt tot een vernieuwd discours waarbij economische groei niet langer vanzelfsprekend is en de lokale gemeenschap wordt aangezien als de sleutel van de veerkracht. Verwante actoren binnen deze beweging zijn Transition Towns, New Economic Foundation, Greenpeace, Duurzaam Wonen en Bouwen (DuWoBo), BBL, steunpunt DO, Djapo, Werkgroep Verantwoorde Landbouw (Wervel vzw) enz. De laatste jaren groeit de aandacht voor het transitiedenken door beleidsmakers. Vooral in grotere steden zoals Gent en Leuven tracht men samen met de inwoners te streven naar een klimaatneutraliteit waarbij thema's als mobiliteit, voedsel, energie, wonen, water en groen integraal benaderd worden. Naast innovatie en efficiëntie wordt vooral de kaart getrokken van sensibilisering (eetgedrag, verplaatsingsgedrag, consumptiegedrag, enz.) en participatie.

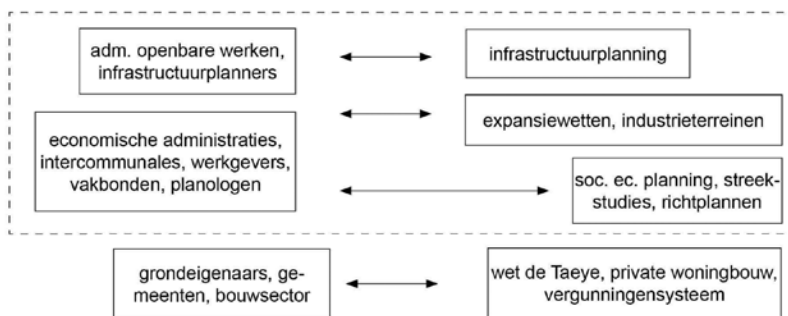


*Figuur 138 In het LIFE project Grote Nete (2007-2012) voerde Natuurpunt, in samenwerking met de provincie Antwerpen, een Europees project uit om de natuur te versterken. De resultaten liegen er niet om: 74 hectare broekbosuitbreiding, 700 meter onnatuurlijke ruimingswallen afgegraven, 4 hectare open water, meanders en plas dras zones, 18 weekendverblijven afgebroken, 15 weekendvijvers vernatuurlijkt, 3 hectare turfput hersteld. Door voldoende ruimte voor water te voorzien en onder andere de natuurlijke loop van de Kleine Hoofdgracht te herstellen, werd de natuurlijke sponswerking van de vallei hersteld. (Natuurpunt)*

BETROKKEN ACTORENGROEPEN

INSTRUMENTEN/INSTITUTIES

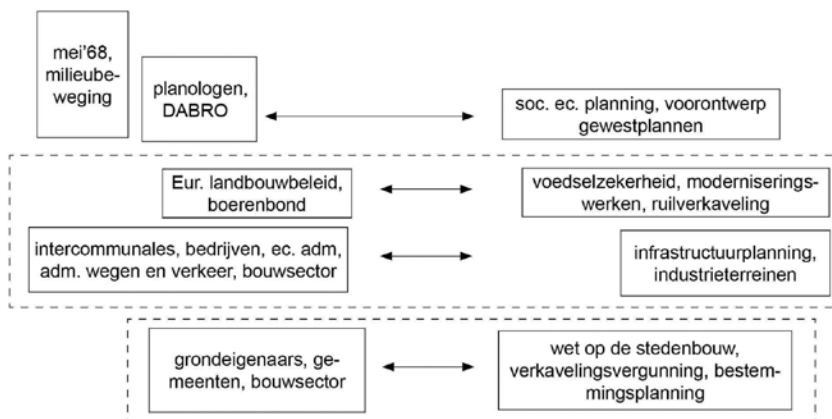
1962



+ DABRO (1966)  
+ intercommunales  
+ milieubeweging  
+...

wet van 1962  
verkavelingen  
pendelbeweging  
milieuvervuiling  
...

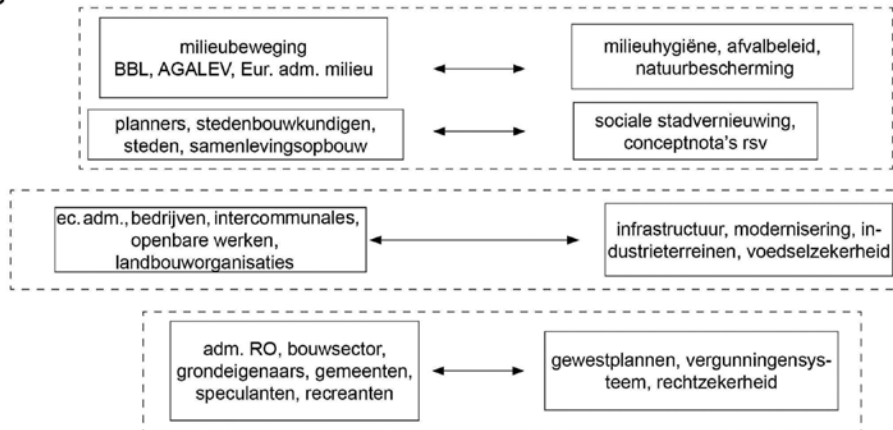
1972

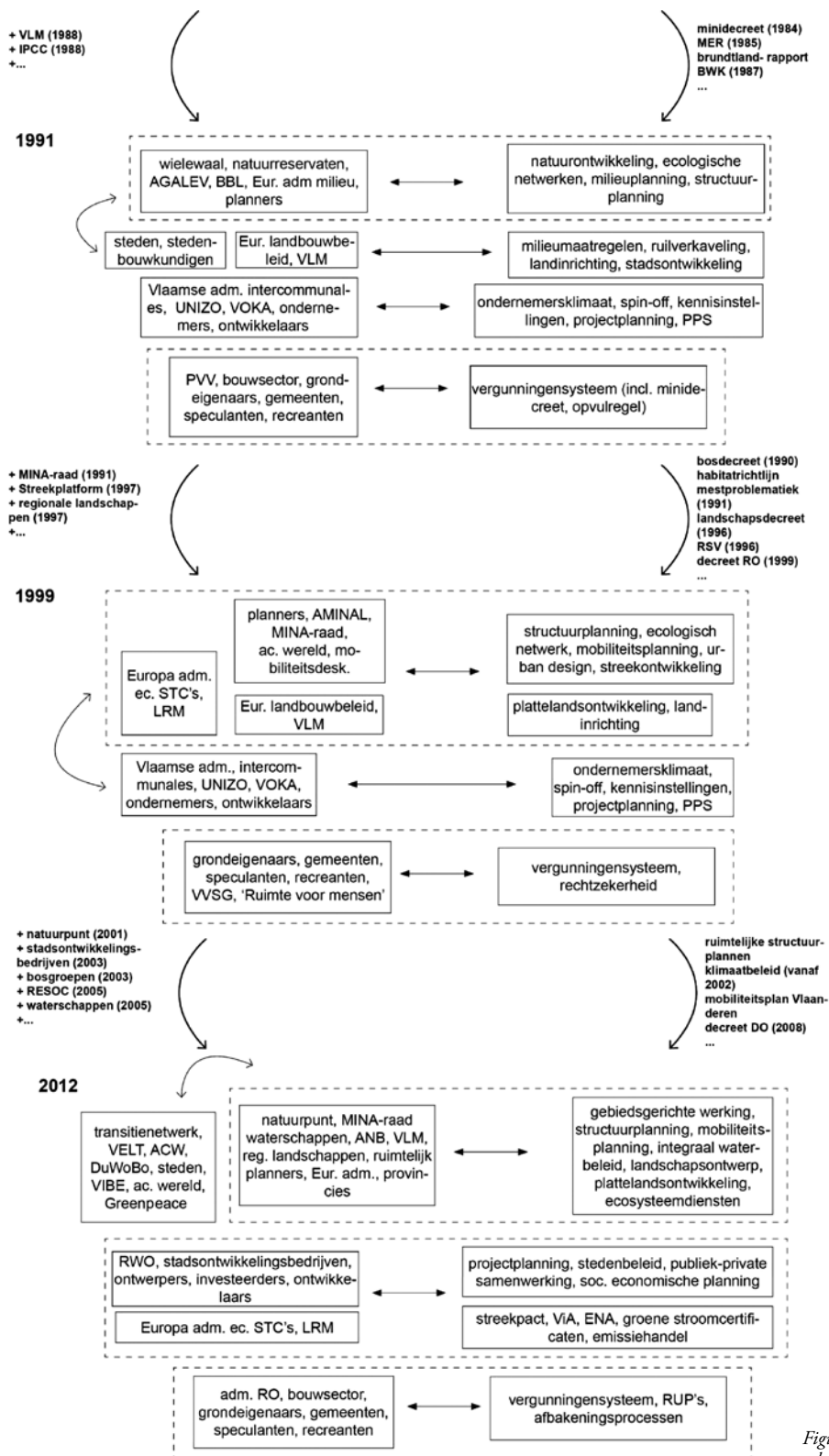


+ BBL (1972)  
+ AGALEV (1979)  
+...

oliecrisis (1973)  
kerncentrales (1975)  
fusiegolf gemeenten  
vogelrichtlijn (1979)  
afvalstoffendecreet (1981)  
regionalisering  
...

1983





*Figuur 139 Voorstelling van de evolutie van de institutionele dynamiek vanaf 1962*

## 16.2 Besluit

### 16.2.1 Drie concurrerende klimaatadaptatiestrategieën

De analyse uit hoofdstuk 16.1 leert ons hoe de Vlaamse institutionele dynamiek in de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu en mens sinds 1945 een voortdurende spanning omvat tussen drie min of meer coherente socio-ecologische configuraties. Een eerste configuratie omvat de groene beweging in brede zin, wijst op de hoge milieudruk van de consumptiemaatschappij en ziet de ecologische draagkracht als grens voor de maatschappelijke dynamiek. Instrumenten die in deze configuratie worden gemobiliseerd zijn bijvoorbeeld integraal waterbeleid, strategische gebiedsgerichte werking en natuurbeleid. De tweede configuratie behelst economisch-technische actoren en hun instrumentarium, zoals bijvoorbeeld groene economie, milieumanagement en emissiehandel. In deze configuratie gaat men ervan uit dat de ecologische crisis kan worden aangepakt door aanpassingen aan het bestaand maatschappelijk systeem en een beter management van onze natuurlijke hulpbronnen. De derde configuratie steunt op het recht op grondeigendom, omvat eigenaars, bouw- en vastgoedsector en delen van de juridische wereld en hanteert het vergunningensysteem van de ruimtelijke ordening, het woonbeleid en een juridisch-administratief complex als instrumenten. Vanaf 2008 ontstaat nog een vierde bijkomende configuratie die we kunnen omschrijven als 'de transitiebeweging'. Deze beoogt een fundamentele transformatie van de kapitalistische consumptiemaatschappij en bijvoorbeeld reducties met 90% van het watergebruik, energiegebruik en afvalproductie en een grotere socio-ecologische rechtvaardigheid.

De verschillende socio-ecologische configuraties hebben eigen oplossingen en strategieën naar voor geschoven om natuur-, water- en milieuproblemen aan te pakken. Specifiek met het oog op klimaatverandering drukken de vier configuraties ook uiteenlopende adaptatiestrategieën uit. Hierbij kunnen we ook de koppeling maken met verschillende benaderingen in de literatuur.

- De transitiebeweging pleit voor een diepgaande herstructurering van de verhouding mens en maatschappij (politieke ecologie en milieu(on) rechtvaardigheid).
- De groene beweging pleit voor een duurzame ontwikkeling door middel van een integrale benadering van de thema's natuur, water, landbouw, mobiliteit en recreatie (duurzame ontwikkeling).
- De economisch-technische wereld schuift een strategie naar voor die gebaseerd is op efficiëntie, innovatie en vooruitgang (ecologische modernisering).
- De eigenaarswereld stelt een strategie voorop die zich toespitst op rechtszekerheid, verzekeringen en ad hoc beleid (markteconomische benadering van publieke goederen).

### 16.2.2 Dominantie van het discours 'ecologische modernisering'

Sinds 1945 wijzigden de actoren in de betrokken configuraties en hun instrumenten en omkaderingen voortdurend. Daarnaast vertoonden de verschillende configuraties en hun adaptatiestrategieën voortdurende wijzigende overlappingsen en onderlinge wisselwerkingen. Afhankelijk van de samenstelling, onderlinge verhoudingen en maatschappelijke posities van de betrokken configuraties, verschilden ook de onderlinge krachtsverhoudingen. In het algemeen en ook vandaag herkennen we in Vlaanderen enerzijds een dominantie van het discours 'ecologische modernisering' en anderzijds een sterke maatschappelijke verankering van de rechten van individuele grondeigenaars.

### 16.2.3 Beperkte rol van ruimtelijk beleid in het klimaatdebat

Het Vlaams ruimtelijk beleid speelde in het verleden diverse (stuwende en afremmende) rollen in de regulering (*governance*) van de genoemde socio-ecologische configuraties en de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu en mens daarin. Ruimtelijk beleid ondersteunde bijvoorbeeld de fordistische expansie, was de uitdrukking van de 'limits to growth'-beweging en faciliteerde private landconsumptie en -beheer. Dit komt ook tot uiting in onderling sterk verschillende ruimtelijke instrumenten zoals strategische plannen (duurzame ontwikkeling), ontwikkelingsplannen en -projecten (ecologische modernisering) en vergunningen (private landconsumptie en -beheer).

223

De analyse leert dat het Vlaams ruimtelijk beleid vandaag via het vergunningensysteem vooral dienstig is voor landconsumptie door landeigenaars, de vastgoedsector en ontwikkelaars en weinig fundamenteel (agendastellend, keuzebepalend, diep gerelateerd enz.) betrokken is in klimaatgerelateerde thema's. Zo is ruimtelijke ordening vandaag weinig of niet aanwezig in het debat omtrent nieuwe klimaatgerelateerde thema's (en mogelijke ruimteclaims) zoals energievoorziening, verdroging en watertekort, warmteproductie, voedselsoevereiniteit, sluiting van kringlopen, klimaatonrechtvaardigheid enz. Andere Vlaamse overheidsinstellingen en samenwerkingsverbanden binnen de beleidsdomeinen natuur en milieu, hun regionale afdelingen, de provincies, regionale landschappen, lokale en regionale samenwerkingsverbanden, hebben wel een permanente positie verworven in het debat over klimaatverandering en slagen er, tot op zekere hoogte, wel in bruggen te bouwen tussen uiteenlopende actoren en belangengroepen. De inspanningen van deze groep zijn echter ontoereikend om grote klimaat- en milieuproblemen op te lossen. Gekoppeld aan andere beleidsdomeinen kan ruimtelijk beleid hier een belangrijke bijdrage leveren.

## Hoofdstuk 17      **Bouwstenen voor een klimaatbestendig ruimtelijk beleid**

*Björn Bracke, Pieter Van den Broeck*

In dit hoofdstuk worden bouwstenen aangereikt om het ruimtelijk beleid beter te richten op de klimaatverandering en zo de ruimtelijke veerkracht van Vlaanderen te verhogen. Deze bouwstenen behelzen organisatorische, inhoudelijke en instrumentele aspecten van het ruimtelijk beleid. Dit hoofdstuk put daarvoor uit de inzichten in deel I met betrekking tot klimaat en de ruimtelijke structuur van Vlaanderen, de casussen en het ontwerpend onderzoek in deel II en de analyse van de rol van ruimtelijk beleid in de regulering van de relaties tussen klimaat, natuurlijke milieu en maatschappij (Hoofdstuk 16). Daarnaast leverden de diverse rapporten opgemaakt in CcASPAR inspiraties.

### **17.1 Een veerkrachtig fysisch systeem**

Heel wat ecosystemen ondervinden al aanzienlijke hinder zonder klimaatverandering. Al deze processen (verzuring, verdroging,...) hebben op vele plaatsen al plaatsgevonden zonder de klimaatveranderende omstandigheden. De traditionele verstoringen zoals verzuring, vermessing, versnippering,... hebben al geleid tot een grote achteruitgang van de biodiversiteit. Ingrijpen om een robuuste natuurlijke structuur te bekomen is dus noodzakelijk. Het is cruciaal om natuur in te zetten om de doelstellingen inzake klimaatadaptatie en mitigatie te bereiken. Klimaatverandering heeft een grote impact op ecosystemen en biodiversiteit maar paradoxaal genoeg zullen het juist deze elementen zijn die een duurzame adaptatie kunnen mogelijk maken. Er moet een sterk verbonden klimaatbestendig ecologisch netwerk worden gerealiseerd dat het behoud van biodiversiteit veilig stelt. Dit netwerk kan verweven worden met de bestaande urbane, agrarische en industriële infrastructuur. Op die manier kunnen de baten naar biodiversiteit, connectiviteit, recreatie, waterzuivering, waterberging, verkoeling, ... nog versterkt worden. De ecologische structuren zijn relevant op diverse schaalniveaus en in verschillende ruimtelijke configuraties. Zo is meer ruimte voor rivieren (zie beide casussen Kust en Kempen) onontbeerlijk om voldoende capaciteit te garanderen bij hevige regenval (zie 3.4). Anderzijds heeft meer groen in de stad door de aanleg van parken, het aanplanten van bomen, realiseren van groendaken en groengevels een positief effect op de verhitting. Water functioneert als een warmtebuffer

en zorgt voor meer evaporatie (zie 4.5). Tot slot kunnen ook bossen en opgaand groen bijdragen tot verkoeling door schaduwwerking, evapotranspiratie en natuurlijke ventilatie (zie casus Kempen 6.2).

### ***Mobiliseren van het tuincomplex***

Teneinde de connectiviteit van biotopen te verhogen, worden in de casus Kempen de potenties van het tuincomplex blootgelegd (zie 8.3). Gelet op de sterk versnipperde en geprivatiseerde eigendomsstructuur in Vlaanderen moeten we ook durven inzetten op de particuliere eigendom. Private tuinen in Vlaanderen nemen zo'n 8% van de Vlaamse oppervlakte in en kunnen een belangrijk structurerend element vormen in het landschap: het tuincomplex. Deze aaneenschakeling van private tuinen bezit op een grotere schaal tal van potenties op het vlak van biodiversiteit, biomassawinning, voedselproductie en de opvang en infiltratie van hemelwater. Via subsidies voor ecologische tuinen, stedenbouwkundige verordeningen inzake verharding en erfafscheiding, groepsaankoop van planten en groenten, strategische plannen voor tuincomplexen, bewonersparticipatie enz. kan (ruimtelijk) beleid een belangrijke rol spelen in het mobiliseren van deze potenties.

Er worden heel wat instrumenten naar voor geschoven om de natuurlijke structuur zo goed mogelijk te organiseren en te beschermen. Het Natura 2000-netwerk wordt vanuit Europa opgelegd, andere instrumenten zijn op het Vlaams niveau georganiseerd. Enkel deze gebieden aanduiden is echter niet genoeg. Er moet ook op worden toegezien dat de aangeduide gebieden de doelstellingen inzake natuurkwaliteit realiseren. Door het niet realiseren van deze doelstellingen liet men tot nog toe kansen liggen om bredere doelstellingen voorop te stellen en een visie op langere termijn uit te stippelen (zie 4.2.1).

Om een veerkrachtig fysisch systeem te realiseren moet het maatschappelijk draagvlak voor natuur versterkt worden. Natuurbehoud wordt nog steeds niet aanzien als een proces met een brede maatschappelijke relevantie, en te veel beschouwd als een verplichting. In die zin is het niet alleen belangrijk om stakeholders te betrekken bij projecten omtrent natuurontwikkeling en hen te wijzen op het belang van een veerkrachtig natuurlijk systeem, maar ook om meer creatief naar synergieën te zoeken met andere beleidsvelden zoals landbouw, economie of stadsontwikkeling.

Een knelpunt bij deze instrumenten (zowel VEN/IVON als Natura 2000) is het feit dat we hier spreken over verschillende eigendomsrechten. Er is een multifunctioneel gebruik tussen enerzijds natuur en anderzijds recreatie, landbouw, bosbouw. Om verschillende belangen te verzoenen is er nood

aan collectieve strategieën, een fysieke defragmentatie en een koppeling van beleidsvelden. Deze items komen aan bod in de volgende bouwstenen.

## **17.2 Ruimtelijke planning voor een socio-ecologische transitie**

### **17.2.1 Voorbij de ‘ecologische modernisering’?**

Processen die aan de basis liggen van een veranderend klimaat zijn het resultaat van complexe interacties tussen menselijke en natuurlijke processen. Klimaatverandering is de facto een onderdeel van een maatschappijmodel dat zich in de voorbije eeuw ontwikkelde en is een onderdeel van een ruimere socio-ecologische problematiek. Klimaatverandering is namelijk slechts één van de uitgesproken gevolgen van het systematisch overbevragen van de draagkracht van de aarde (Jones, 2008). We kunnen bijgevolg stellen dat een aanpassing aan het veranderend klimaat een fundamentele herziening vergt van de interacties tussen menselijke en natuurlijke processen.

Ruimtelijke ordening kan nochtans een belangrijke rol opnemen in de transitie naar een duurzame samenleving. Aangezien het model van economische groei op lange termijn niet gehandhaafd kan worden in een wereld met steeds schaarsere grondstoffen gaat het concept transitie veel verder dan adaptatie en mitigatie. Het stelt dat een fundamentele wijziging in ons denken en handelen noodzakelijk is. Het gaat dan ook om nieuwe vormen van organisatie van onze samenleving waarin duurzaamheid centraal staat. Klimaatverandering kan hierbij worden aangegrepen om nieuwe potenties en coalities vorm te geven. Hierbij moeten we bestaande, doorgaans technische, oplossingsstrategieën in vraag stellen.

#### ***Gecompartimenteerde kuststrook***

De casus Middelkerke-Oostende-Bredene (zie 12.6) toont aan dat ruimtelijke oplossingen ten aanzien van het klimaatvraagstuk kunnen aangewend worden om innovatieve vormen van wonen, afvalbeheer, voedselproductie en recreatie te introduceren. Er ontstaan ongekende landschappen, naast duinen en polders, met een nieuw samengaan van fysisch systeem, klimaatimpacten en ruimtegebruik die de gangbare rigide strategieën vervangen. Zo wordt de huidige zeedijk als adaptatiemaatregel bijvoorbeeld in vraag gesteld. Door te kiezen voor een brede, gecompartimenteerde kuststrook kan klimaatverandering aanleiding geven tot nieuwe ruimtelijke synergieën. Het scala alternatieve concepten en landschappen is legio: waterlandschap, inlaatpolder, dijkpark, zilte polder, waterdunen, waterhouderij, waterpleinen enz.



### 17.2.2 Klimaat(on)gelijkheid als sociale dimensie

Zoals eerder vermeld, is klimaatverandering een onderdeel van een ruimere socio-ecologische problematiek en dynamiek (biodiversiteitseffecten, waterproblematiek, energiekwestie, economische positionering enz.), waarin ook de relaties tussen mens en natuurlijk milieu en het vraagstuk van een duurzame ontwikkeling van belang zijn. Hierbij is ook de sociale dimensie van belang. Zowel de betrokken actoren als de betrokken instituties hebben een differentiële werking met socio-ecologische ongelijkheid als gevolg. Actoren hebben immers een verschillend vermogen om te reageren op de socio-ecologische dynamiek en instituties hebben verschillende effecten voor verschillende actoren. Zo hebben bijvoorbeeld natuurlijke dynamieken zoals overstromingen of vervuiling door industrie, ongelijke effecten via vastgoedprijzen of verzekeringspremies. Niet toevallig worden achtergestelde buurten vaker blootgesteld aan luchtvervuiling, geluidsoverlast en hittestress. Machtsstructuren en relaties zijn bijgevolg essentieel en spelen reeds vandaag een belangrijke rol bij onder andere de toegankelijkheid van natuurlijke hulpbronnen.

#### *Hemelwaterheffing*

Dat klimaatstrategieën een belangrijke sociale component hebben, blijkt onder andere uit de hemelwaterheffing. Het invoeren van een (vermijdbare) hemelwaterheffing als meest geschikte oplossing voor de financiering van de gemeentelijke riolering werd door schepenen van de Vlaamse steden en gemeenten als meest geschikte oplossing gezien (Francken, 2012). De heffing wordt opgelegd indien een eigenaar hemelwater afvoert richting de openbare riolering. Hier schuilt echter net het gevaar dat juist de armste bevolkingsgroepen getroffen worden door deze maatregel. Net deze groepen wonen in dichtbevolkte wijken, met weinig tot meestal geen private buitenruimte (buffer- of opslagmogelijkheden) (Hoofdstuk 11). Ook in de casus Westhoek kunnen we spreken van een onevenwichtige toegankelijkheid van natuurlijke hulpbronnen. Het grondwatertekort aldaar vergt technologische oplossingen met een hoge investeringsgraad. Deze investeringen zijn enkel haalbaar voor grote, groenteverwerkende industrieën. Voor kleine familiale bedrijven zijn deze investeringen echter financieel onhaalbaar.

227

### 17.2.3 Activeren van lokale actoren

De historische analyse (Hoofdstuk 16) toont aan dat ruimtelijke ordening er in het verleden weinig in slaagde om strategische doelstellingen vorm te geven. Individualisme met betrekking tot grondgebruik is inderdaad diep verankerd in de Vlaamse ruimtelijke ordening. Hoe dit samenhangt met bijvoorbeeld de goedkeuring van de gewestplannen, de bijbehorende vast-

goedwaardering van grond en het uit handen geven door de overheid van het ontwikkelingsrecht van gronden, het woonbeleid, de structuren van de bouwsector en juridische mechanismen enz., werd hoger (en in de literatuur) geanalyseerd. Hierdoor kampt het ruimtelijk beleid met conflicten tussen sectoren en grondeigenaars en discrepanties tussen private en publieke belangen, die doorwerken in het organiseren van de ruimte.

Toch heerst er een sterk geloof in het bundelen van krachten en het activeren van lokale actoren om de veerkracht van eigen buurten te verhogen. Individuen kunnen maatschappelijke diensten vervullen zoals waterinfiltratie in de eigen tuin, energieopwekking, groenvoorziening, voedselproductie enz. Om hiertoe te komen is het echter essentieel dat bewoners geïnformeerd worden over de mogelijke gevolgen van klimaatverandering in hun buurt. Zo moeten bedrijfsleiders overtuigd worden dat ook op bedrijventerreinen groene en blauwe diensten kunnen vervuld worden. In de Antwerpse haven is daar bijvoorbeeld een begin mee gemaakt. Bewoners kunnen een belangrijke rol spelen om identiteitsbepalende elementen te koppelen aan het klimaatbeleid. Lokale landbouwers of inwoners kunnen open ruimten nieuwe betekenissen geven in de waterhuishouding, natuurlijke structuur, hittebestrijding, voedselvoorziening enz. in hun omgeving. Om lokale actoren te mobiliseren voor het uitwerken van adaptatiestrategieën op het terrein kunnen lokale en gebiedsgerichte ruimtelijke planning en beleid een belangrijke bijdrage leveren.

### ***Lokale actoren in Kempen en Kust***

In de Kempen (Hoofdstuk 8) leidde de beleidskeuze om de naaldbossen om te vormen naar loofbossen tot spanningen tussen beleid en belangengroepen. Respect voor en verwijzingen naar de historiek van de Kempense naaldbossen en hun rol in landschapsidentiteit zou opgenomen kunnen worden in een landschapsbeheerplan, om zo dergelijke aspecten in het proces van planning en ontwerp te kunnen opnemen. Lokale actoren kunnen elk hun bijdrage leveren tot het realiseren van dergelijk plan. Ook in de casus Kust spelen lokale belangen een belangrijke rol. Daarom werd onderzocht of lokale adaptatiemaatregelen en ontwikkelingsscenario's een alternatief kunnen zijn voor één strategie voor de hele kust. Deze herschaling laat de kustgemeenten toe om hun eigenheid, die belangrijk is voor het kusttoerisme, te koppelen aan een klimaatstrategie.

#### **17.2.4 Nood aan collectieve strategieën**

Met klimaatadaptatie als collectieve opgave volstaan lokale actoren noch individuele of perceelsgebonden instrumenten voor het ontwikkelen van voorstellen omtrent gemeenschappelijkheid, medegebruik en verweving.

De individualisering maakt het uiterst moeilijk voor de overheid om nog enige coherentie te brengen in haar ruimtelijk beleid en om collectieve doelstellingen, zij het ecologisch, economisch of sociaal te realiseren. Vlaanderen heeft nochtans dringend nood aan bijkomende collectieve infrastructuur en projecten (overstromingsgebieden, infiltratiezones, ecologische infrastructuur, nieuwe energievoorzieningen, gemoderniseerde nutsvoorzieningen, voedselstrategieën en landbouwgebieden, enz.) die klimaatgerelateerde uitdagingen het hoofd kunnen bieden. De complexiteit in het ontplooien van collectieve strategieën schuilt in het verzoenen van rechtszekerheid met flexibiliteit, subsidiariteit, grondbeleid enz.

### ***De commons***

Het ontplooien van collectieve strategieën heeft ook betrekking op een rechtvaardige verdeling van hulpbronnen (lucht, water, natuur, erfgoed, voedsel, enz.). Het privatiseren van gemene grondstoffen of gronden heeft namelijk veelal geleid tot het buitensluiten van lokale en meestal arme bevolkingsgroepen (Ostrom et al., 1999). Het verlies van ‘gemeengoed’ in het verleden ging veelal gepaard met machtsmisbruik. De uitdaging schuilt erin collectieve goederen (park, tuin, landschap, vijver, rivier, enz.) te genereren waarvan de toegang en het gebruik gereguleerd wordt, zodat het iedereen ten goede komt. Dit kan enkel bereikt worden wanneer deze tot stand komen en evolueren op basis van communicatie in levendige sociale netwerken. Om een draagvlak te creëren bij bewoners, organisaties en bedrijven moeten zij actief kunnen deelnemen aan het debat omtrent klimaat. Door nieuwe vormen van mede-eigendom van bewoners, het middenveld, private bedrijven en overheid in het leven te roepen, kunnen ook bewoners en lokale bedrijven mee investeren in een socio-ecologische transitie (bijvoorbeeld stadsverwarming, windmolens, natuurbeheer, duurzame wooncomplexen, voedselproductie enz.). In de casus Kempen (Hoofdstuk 8) werd onderzocht in hoeverre gemene gronden kunnen ingezet worden om kringlopen op wijkniveau te sluiten.

229

## **17.3 Vernieuwing van planmethoden en instrumenten**

### **17.3.1 Verder bouwen op bestaande instrumenten en projecten**

Hoger werd al aangegeven dat diverse actoren en instellingen vooral binnen het beleidsdomein natuur en milieu rechtstreeks en onrechtstreeks inspelen op de klimaatverandering. De inspanningen en instrumenten van deze groep kunnen verder worden ontwikkeld en moeten vooral (opnieuw) worden gekoppeld aan (klimaatdoelstellingen in) andere beleidsdomeinen, waaronder ook het ruimtelijk beleid. De specifieke uitdagingen die verbonden zijn aan klimaatverandering kunnen bijvoorbeeld vorm

krijgen via meer concrete voorstellen rond verweving van functies zoals landbouw, natuur en wonen of industrie, water en recreatie.

### ***Het bestaand beleid speelt in op klimaatdoelstellingen***

Een voorbeeld van bestaand beleid is het integraal waterbeleid dat in het verleden tot op zekere hoogte al de omslag maakte van 'ecologische modernisering' naar meer ruimte geven voor water (hermeandering, gecontroleerde overstromingsgebieden, enz., zie Hoofdstuk 4). Ook in het milieu- en natuurbeleid zijn stappen vooruit gezet inzake waterkwaliteit (noodzakelijk om meer ruimte te kunnen geven aan water), luchtkwaliteit (essentieel verbonden met CO<sub>2</sub>-productie maar ook belangrijk voor nederzettingsstructuren, mobiliteit en economisch beleid), natuurherstel enz. In beperkte mate werden ook in het landbouwbeleid (beheersovereenkomsten, grondenbanken, subsidiëring van bio-landbouw, enz.), stedenbeleid (ontwikkeling van groenstructuren belangrijk voor temperatuur, waterhuishouding en luchtkwaliteit) en mobiliteitsbeleid (compactere nederzettingen en minder CO<sub>2</sub>-uitstoot door meer ruimte voor openbaar vervoer en langzaam verkeer) stappen vooruit gezet.

Ook ruimtelijk of gebiedsgericht beleid reageerde in de voorbije decennia al op de ecologische crisis en dus onrechtstreeks ook op de klimaatverandering. Met behulp van deze instrumenten slaagden diverse overheden erin om overleg tussen sectoren te organiseren en tot geïntegreerde ruimtelijke oplossingen te komen. Met behulp van structuurplanning, ROM-projecten, geïntegreerd gebiedsgericht beleid, landschapsplanning (zie Hoofdstuk 15) werden de aantasting van valleigebieden tegengaan, verdroging van landbouwgebieden afgeremd, mobiliteitsstromen gekanaliseerd, groenstructuren ontwikkeld enz.

### ***Vier gebiedsgerichte voorbeelden van bestaand beleid***

Een eerste instrument is het strategisch project ter uitvoering van het ruimtelijk structuurplan Vlaanderen. Sinds 2004 geeft de Vlaamse overheid subsidies aan initiatiefnemers die dergelijke projecten opzetten. Een strategisch project, zoals vermeld in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, heeft een integrale en ruimtelijke invalshoek, dat tot doel heeft actief bij te dragen tot de versterking van de kwaliteit van de stedelijke structuur en/of de versterking van de kwaliteit en structuur van het buitengebied, en kan op korte of halflange termijn worden uitgevoerd. Het strategisch project biedt mogelijkheden om zowel in urbane gebieden als in het buitengebied klimaatverandering te koppelen aan andere ruimtelijke uitdagingen. Deze projecten dienen als hefboom voor de rest van Vlaanderen.

Via de gebiedsgerichte werking kunnen de provincies een rol spelen bij het realiseren van klimaatgerelateerde doelstellingen. Gebiedsgerichte werking gaat over co-governance waarbij verschillende bestuursniveaus en mogelijk ook private partners worden betrokken bij een project (verticale integratie). Door het organiseren van conversaties tussen de actoren en sectoren wordt gezocht naar win-win situaties en zodoende een gemeenschappelijke visie geformuleerd. Gelet op de rol die provincies vandaag al opnemen in de bescherming van de open ruimte, zouden zij wel eens het bestuursniveau bij uitstek kunnen worden om klimaatondersteunende gebiedsgerichte projecten te initiëren, te faciliteren en aan te sturen.

De landinrichtingsprojecten hebben tot doel gebieden te realiseren, overeenkomstig de bestemmingen die toegekend zijn door de ruimtelijke ordening. Er wordt een forum aangeboden dat de samenspraak tussen verschillende sectoren en instanties coördineert. Vanuit dergelijk forum worden de verschillen behoeften op elkaar afgestemd. De landinrichtingsprojecten worden geïnitieerd en gecoördineerd vanuit de Vlaamse Landmaatschappij.

Het *Interreg Community Initiative* is een Europees programma ter bevordering van de samenwerking tussen regionale gebieden in verschillende landen. We onderscheiden drie verschillende onderdelen in Interreg: grensoverschrijdende samenwerking (onderdeel A), transnationale samenwerking (onderdeel B) en interregionale samenwerking (onderdeel C). De Interreg-projecten lijken, met het oog op klimaatverandering, vooral interessant voor internationale samenwerkingsverbanden (A en B). Zo kennen we vandaag reeds Interreg Gensregio Vlaanderen-Nederland en Interreg France-Wallonie-Vlaanderen. Grensoverschrijdende ruimtelijke uitdagingen kunnen in deze structuren worden aangepakt. De interregionale samenwerking (onderdeel C) biedt potenties om klimaatkennis en strategieën uit te wisselen (bv. het F:acts! project met De Wijers te Limburg als pilootgebied).

231

### 17.3.2 Ruimtelijke planning voor nieuwe ruimtelijke uitdagingen

De gevolgen van klimaatverandering zullen zich manifesteren binnen uiteenlopende beleidsdomeinen die op hun beurt ruimtelijke repercussies zullen hebben. Dat gaat soms via onverwachte relaties. Het is bijvoorbeeld erg waarschijnlijk dat grondstoffen en producten die thans wereldwijd verhandeld worden zoals fosfaaterts, kunstmest, olie, gas, voedsel... schaarser zullen worden in de komende decennia. Dit betekent niet dat deze grondstoffen volledig uitgeput (zullen) zijn. Wel zal de vraag het aanbod regelmatig overstijgen. Dit veroorzaakt speculatie op de internatio-

nale markten en prijsfluctuaties bovenop een algemene prijsstijging. Het is welbekend dat er weinig acute substitutiemogelijkheden zijn voor dergelijke essentiële hulpbronnen en dat prijsstijgingen raken in de essentiële levensbehoeften van velen. Met name de voedselvoorziening is in vele landen gestoeld op import of op grootschalige geïndustrialiseerde landbouw die intensief gebruik maakt van energie en kunstmest. In diezelfde periode zal klimaatverandering wellicht ook doorzetten en lokale hulpbronnen zoals waterbeschikbaarheid en bodemkwaliteit aantasten, wat dan weer effecten heeft op heel andere locaties. We kunnen bijgevolg stellen dat ruimtelijke ordening, net als in het verleden, coalities zal moeten sluiten met andere sectoren om deze uitdagingen aan te pakken.

### ***Nieuwe uitdagingen***

In de internationale literatuur zien we diverse klimaatgerelateerde thema's opduiken. Enkele van deze nieuwe uitdagingen luiden als volgt:

- evoluties naar lagere uitstoot van broeikasgassen en de gevolgen daarvan voor ontwerp en verweving van functies in nederzettingen en bedrijventerreinen
- geïntegreerd oplossen van waterschaarste en wateroverlast, veilig stellen van watervoorraden en verweven van waterbeheer met bijvoorbeeld landbouw of natuurbeheer
- evolueren naar een kringloopstelsel waarbij afval grondstof wordt (*cradle to cradle*)
- omgaan met behoeftenverschuivingen onder invloed van vergrijzing en migratie
- omschakelen naar andere vormen van energievoorziening en capteren en opslaan van extra energie die het gevolg is van klimaatverandering (stormen, hoogwater, hitte enz.)
- moderniseren van de nutsvoorzieningsstelsels in overeenstemming met transformaties in energievoorziening, watervoorziening en afvalwaterbeheer
- transformaties in voedselvoorziening (korte keten, meer lokale toelevering, verwerking en distributie), integraties van landbouw, natuurontwikkeling en landschapsbeheer in agro-ecologische systemen
- transformaties van verouderde stadsdelen naar minder energiegebruik, collectieve energie- en warmteproductie, slimmer afvalbeheer, een lagere ecologische voetafdruk enz.
- integratie van kustverdediging met waterbeheer, landbouw en voedselvoorziening en natuurontwikkeling
- transformaties van mobiliteitssystemen in de richting van CO<sub>2</sub> neutraliteit
- opkomst van alternatieve financieringsmechanismen, ruilsystemen, bedrijfspvormen, eigendomssystemen met het oog op een minder belastende economie.

Momenteel speelt ruimtelijke ordening echter slechts een beperkte rol in de debatten over deze nieuwe uitdagingen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de energievernieuwing. Beide hoofdpijlers (rationeel energiegebruik en hernieuwbare energiebronnen) hebben een duidelijke ruimtelijke weerslag. Zo kan de beschikbaarheid van restwarmte een belangrijke ruimtelijke agent worden in de toekomst. Daarnaast zijn ook voedsel- en waterveiligheid bij uitstek ruimtelijke thema's. In Hoofdstuk 4 wordt uitgelegd waarom Vlaanderen kwetsbaar is voor waterschaarste als gevolg van klimaatverandering. Zo moeten grondwaterwinning en de beschikbaarheid in freatische waterlagen beter op elkaar worden afgestemd. Voorts zijn grondwateraanvulling door infiltratie en retentie van cruciaal belang omwille van economische en ecologische argumenten, zowel naar kwantiteit als kwaliteit. Grondwateraanvullingen worden beïnvloed door uiteenlopende factoren zoals landgebruik, bosconversie, bodemverdichting en vegetatietypes. In de casus kust (Hoofdstuk 11) wordt aangetoond hoe klimaatverandering kan worden ingezet om nieuwe vormen van voedselproductie te faciliteren. De casus Westhoek, een streek die moeilijkheden kent in drinkwaterbevoorrading, toont aan dat technologische investeringen met hoge investeringsgraad eenvoudig kunnen vervangen worden door alternatieve oplossingen. De casus Kempen onderzoekt hoe dit gebied kan worden hersteld als waterspons en maakt inzichtelijk hoe dit samenhangt met bosbeheer, recreatie, nederzettingsstructuur en zelfs met identiteit. Een ander voorbeeld is de noodzaak tot modernisering van het rioleringsstelsel. Het bestaande patrimonium is dringend aan vernieuwing toe en doordat zomerse onweersbuien nu reeds nefast zijn voor de werking van het rioleringsstelsel, zijn er ook dringend aanpassingen nodig in functie van klimaatverandering. Voor de bestaande gemengde riolering worden er drie maatregelen genomen in Vlaanderen, namelijk een grotere dimensionering, extra buffercapaciteit en afkoppeling van hemelwater (Schauvliege, 2012). Dit vraagt echter een zeer hoge investeringskost. Een interessante oplossing hiervoor is het zichtbaar maken van het hemelwatersysteem in functie van (in het bijzonder) economische haalbaarheid naar aanleg en onderhoud, maar ook algemeen in functie van duurzaamheid en sensibilisatie (Shannon et al., 2008; Rauch et al., 2005).

Om deze nieuwe uitdagingen aan te pakken, moeten we denken aan nieuwe ruimtelijke systemen en nieuwe landschappen. We kunnen niet langer streven naar het louter beschermen of behouden van traditionele landschappelijke kenmerken maar moeten op zoek gaan naar manieren om de adaptieve capaciteit te verhogen. Zo willen we het landschap herstellen als interactie tussen natuurlijke en menselijke factoren. Hierbij gaan we op zoek naar een gestabiliseerde verhouding tussen bio-fysische en antropogene activiteiten. Wat kan in de toekomst de rol zijn van het landschap

als we de functies die haar historisch ontnomen zijn (energieproductie, brandstof, waterbuffering, voedselproductie) opnieuw introduceren en rekening houden met nieuwe maatschappelijke noden (recreatie)? Op die manier kunnen we de open ruimte opnieuw valoriseren en een duurzame toekomst bieden.

### 17.3.3 Ruimtelijke plannen afstemmen op onzekerheden

De verwachte gevolgen van klimaatverandering voor Vlaanderen worden steeds duidelijker maar blijven gedeeltelijk ook onzeker. Zo moeten we in Vlaanderen uitgaan van een stijgende zeespiegel, hitte-effecten in steden, verdroging en overstromingen maar moeten we wat betreft neerslagpatronen rekening houden met potentiële extremen in beide richtingen (Hoofdstuk 3). Ook de combinaties van deze impacten met socio-ecologische factoren zijn onzeker, net zoals de effecten van internationale klimaatgerelateerde ontwikkelingen.

Bij het plannen voor klimaat is het niet zozeer noodzakelijk om zaken 'te ordenen' maar wel om natuurlijke dynamieken die aangedreven worden door klimaatverandering een plaats te geven. Dit zal ongetwijfeld leiden tot een aantal nieuwe ruimtelijke systemen die mogelijk conflicteren met vigerende wetgeving of beleidsvisies. In de casus kust (Hoofdstuk 11) wordt het concept 'waterhoeve' naar voor geschoven als voorbeeld van nieuwe integratie van landbouw met waterbeheer en natuurtechnische milieubouw. In de casus kust worden eveneens combinaties van landbouw, natuur, bosbeheer en recreatie onderzocht. Dit soort ontwikkelingen vergt planologische flexibiliteit en mogelijk ook de ontwikkeling van nieuwe landgebruikscategorieën.

Door de vraag van de juridische wereld naar het eenduidig en toetsbaar maken van overheidsinterventies in ruimtelijke uitvoeringsplannen en zelfs in structuurplannen werden deze plannen veel statischer dan oorspronkelijk bedoeld was. Bestaande voorschriften in ruimtelijke uitvoeringsplannen kunnen bijvoorbeeld ruimte voor experimenten en nieuwe coalities (water en wonen, natuur en landbouw) limiteren. Dit is vaak het gevolg van de drang van een aantal sectoren om de actiepunten of voorschriften van hun beleidsdocumenten juridisch te verankeren in ruimtelijke uitvoeringsplannen (landschapsatlas, erfgoed, watertoets). Dit kadert binnen de algemene dynamiek vanaf 2000 waarbij de scheiding tussen de beleidssectoren die een invloed hebben op klimaatadaptatie, steeds groter werd. Op die manier worden de strategische doelstellingen van beleidsthema's zoals water of erfgoed herleid tot een aantal voorschriften in ruimtelijke uitvoeringsplannen die weinig flexibiliteit toelaten. Dit gebeurt terwijl het



net de uitdaging is om de strategische doelstellingen af te stemmen en te komen tot geïntegreerde oplossingen. Kunnen we op die manier komen tot nieuwe landschappen (zilte systemen aan de kust, energielandschappen in de Kempen)? Bovendien moeten we de urgentie en maatschappelijke kosten van verschillende strategieën afwegen ten opzichte van elkaar.

Flexibiliteit die meer ruimte laat voor duurzame oplossingen in functie van waterbeheersing, temperatuurbeheersing, kustverdediging enz., houdt in dat er werk wordt gemaakt van een vernieuwd grondbeleid. Door de dominantie van het eigendomsrecht is Vlaanderen er nooit in geslaagd om collectieve ruimtelijke doelstellingen te realiseren. Met een veranderend klimaat moeten we in staat zijn om bestaande bestemmingen te veranderen of te wisselen om bijvoorbeeld overstromingsgebieden vrij te maken. Het verdient de aanbeveling om grondbobiliteit te organiseren via bijvoorbeeld publieke grondenbanken die collectieve doelstellingen en strategische visies bewaken. Met markgericht mechanismen zoals verhandelbare bouwrechten bestendigen we de huidige trends van grondspeculatie en eigendomslogica's binnen het ruimtelijk beleid. Het gevaar op misbruik of negatieve bijwerkingen (zoals het geval is bij handel van emissierechten) is in dat geval reëel.

### ***Scenarioplanning***

Toekomstverkenningen kunnen een manier zijn om met onzekerheden om te gaan. Zo werd in de scenario-oefeningen in Hoofdstuk 3 onderzocht hoe het landgebruik in de toekomst in verschillende richtingen kan evolueren. Maar ook werd duidelijk dat deze oefeningen beperkingen kennen. Zo werden bijvoorbeeld oppervlaktes voor water en voor infrastructuur als constant verondersteld en werd er systematisch vanuit gegaan dat de oppervlakte voor landbouw zou afnemen. Het ontwerpend onderzoek in delen II.A en II.B toonde nochtans aan dat de ruimte voor water allerm minst een constante kan zijn en dat landbouw wel eens meer ruimte zou kunnen nodig hebben als zij nieuwe taken in waterbeheer, natuurontwikkeling, lokale voedselvoorziening en landschapsbeheer moet vervullen. De doorgerekende scenario's gaan ook uit van bestaande landgebruikscategorieën en kunnen daarom moeilijk omgaan met toekomstige klimaatadaptatiestrategieën die deze categorieën doorbreken.

Rekening houden met onzekerheid houdt tenslotte in dat de tijdsdimensie in ruimtelijk beleid opnieuw belangrijker moet worden. Open procesvoering waarin de uitkomst niet op voorhand vaststaat, agenda's al doende worden bepaald en actoren met verschillende handelingssnelheden en tijdsperspectieven worden betrokken, is daarvoor essentieel. In

het bijzonder bij het thema klimaatverandering moeten kortetermijn- en langetermijnsporen tegelijk worden bewandeld.

#### 17.3.4 Ontwerpend onderzoek

Ontwerpend onderzoek krijgt vandaag in Vlaanderen ruime aandacht. Ook in CcASPAR en in dit boek (delen II.A en II.B) gingen we uitvoerig in op deze methodiek. Onder voorwaarden kan ontwerpend onderzoek inderdaad een rol spelen in klimaatgerelateerde ruimtelijke beleidsprocessen.

In de eerste plaats leert het maken van diverse ruimtelijke ontwerpen voor het verenigen van verschillende functies in één gebied iets over de werkelijkheid, in het bijzonder over het huidige functioneren van dat gebied. Het toont ons de grenzen voor verandering, het dwingt ons te zoeken naar de betrokken actoren, structurele factoren en cruciale ontwerpparameters, het leert ons welke kennis nodig, aanwezig of afwezig is om oplossingen te construeren. Zo dwong ontwerpend onderzoek in de casussen tot onderzoek van: water en natuur, landbouw, polders en agro-industrie, en dorpen in de casus Westhoek; grondspeculatie, toerisme, demografie en gezondheid, en landbouw en natuur in de Kuststrook; havens, toerisme, zee, waterberging en natuur, en industrie en grondverzet in de Vlakte van de Raan; verdroging, overstroming en grondwater, hitte en brand, naaldbos en heide, eigenaars, landbouw, industrie, en gemeentebesturen in de Kempen.

Ontwerpend onderzoek draagt ten tweede bij tot kennis over de werkelijkheid via de verkenning van toekomstmogelijkheden die al dan niet besloten liggen in de huidige werkelijkheid en van de mogelijke betekenissen daarvan. Het zoekt immers naar mogelijke ontwikkelingspaden en schat de waarschijnlijkheid daarvan in.

Ten derde is ontwerpend onderzoek een toekomstverkenning, een verkenning van nieuwe toekomstmogelijkheden die kunnen ontstaan als we de werkelijkheid veranderen. In deze betekenis is ontwerpend onderzoek vergelijkbaar met scenario-oefeningen en kan het daarin ook een rol spelen: als vorm van scenariobouw, als input voor scenario's, als exante-effectenbeoordeling van de impact van scenario's en als manier om scenario's te verbeelden (Uyttenhove, 2012). Het ontwerpend onderzoek als exante effectenbeoordeling bleek in het CcASPAR-onderzoek een krachtig instrument om de ruimtelijke manifestatie van klimaatverandering te visualiseren. Onder meer collages van een mogelijke dijkverhoging aan de Vlaamse kust zetten aan tot nadenken. Dit geldt ook voor de verkenning van waterbeheersingsmogelijkheden in de Kempen.

Tenslotte kan ontwerpend onderzoek ook vorm gegeven worden als actieonderzoek. Hierin genereren onderzoekers samen met in het gebied betrokken actoren kennis over de werkelijkheid, wijzigen zij tegelijk ook die werkelijkheid en construeren ze uit die wijzigingen opnieuw kennis. Daartoe wordt ontwerpend onderzoek in een transformatieproces ingeschakeld. Onder specifieke voorwaarden (openheid van de agenda, betrokkenheid van diverse actoren, aandacht voor verschillende tijdsperspectieven, ...) kan ontwerpend onderzoek dan machtsverhoudingen wijzigen. Ruimtelijke ontwerpen en de bijhorende visuele documenten, schetsen, schema's en collages, enz. kunnen debat faciliteren. Het proces dat de actoren doorlopen, waarbij problemen in kaart worden gebracht, is daarbij belangrijker dan het finale eindproduct. Dit proces is immers een eerste stap naar geïntegreerde visies en samenhangende landschappen en structuren. Het is belangrijk dat diverse actoren in dit proces kunnen meedenken, los kunnen komen van de alledaagse werkelijkheid en maximaal kunnen werken in een dialoog tussen gelijkgestemden (Bouma, 2001). Het ontwerpend onderzoek kan ook een kritisch perspectief bieden door vooringenomenheden in sommige voorgestelde oplossingen bloot te leggen (Geldof, 2007). Ook kan er ruimte gegeven worden aan andere werkvormen en technieken die deelnemers in staat stellen om 'out of the box' te denken. Op die manier ontstaat er een forum waar actoren constructief kunnen nadenken over mogelijke synergieën voor een regio zonder zich te binden aan harde maatregelen. Zo ontstaat er ruimte voor experimenten waarbinnen verhaallijnen ontwikkeld kunnen worden en een plaats krijgen. In die zin maakt ontwerpend onderzoek deel uit van een collectief leerproces. Net zoals het ontwerpend onderzoek gestuurd wordt door wetenschappelijke kennis over klimaatverandering zal het op zijn beurt problematieken aankaarten die bijkomende kennisontginning vergen.

237

### 17.3.5 Inter-, multi- en transdisciplinaire aanpak en kennisopbouw

De complexiteit van klimaatverandering vraagt om grensoverschrijdende beleidsprocessen, adaptatiestrategieën en kennisopbouw. De klimaatproblematiek is immers bij uitstek de uitdrukking van meervoudige non-lineaire oorzaak-gevolg relaties. Zo is de fysieke staat van de biosfeer onlosmakelijk verbonden met economische ontwikkeling, sociale rechtvaardigheid en internationale vrede en veiligheid (Jasanoff et al., 1997). Veel van de vraagstukken over grondstoffen en milieu lijken weerbarstig te zijn voor de oplossingen die vandaag worden aangereikt (Berkes et al., 2003). Meer nog, de vertraging tussen het vaststellen en het aanreiken van oplossingen voor deze problemen, lijkt met de toenemende inzichten in plaats van te verkleinen steeds groter te worden. Fenomenen waarvan de oorzaken meer-

voudig, divers en verspreid zijn kunnen niet begrepen worden, laat staan beheerd of gecontroleerd worden door middel van beleid of wetenschappelijke activiteit georganiseerd volgens traditionele disciplinaire lijnen. Meer dan op enig ander moment in de recente geschiedenis is er nood aan mechanismen en stimulansen om interdisciplinair onderzoek, onderwijs en het oplossen van problemen te bevorderen (Jasanoff et al., 1997). Kwetsbaarheid voor klimaatverandering situeert zich zowel in de sociale wetenschappen als in de natuurwetenschappen. De aard van de gegevens, indicatoren en analyses die gebruikt worden in de natuurwetenschappen zijn over het algemeen anders dan diegene gebruikt bij de beoordeling van technologische ontwikkeling of sociale wetenschappen (Bernstein et al., 2007). De complexiteit ligt besloten in het integreren en dat betekent dat er verschillende raamwerken, benaderingen en uitgangspunten die voorheen tot een eigen discipline behoorden, nu in elkaar geschoven moeten worden.

Om beleidskeuzes en oplossingsstrategieën met betrekking tot klimaatverandering te motiveren moeten kennis en data beschikbaar zijn. Het koppelen van data, gegevens en kaartmateriaal in Vlaanderen is weinig gebruikelijk. Om geïntegreerde processen en projecten mogelijk te maken is het belangrijk dat verschillende sectoren, overheidsdiensten en betrokken actoren ook kijken naar data buiten hun eigen domein. Het is bijvoorbeeld merkwaardig dat voor het afleveren van vergunningen voor grondwaterafname (zie casus Kempen in deel II.A), niet ook kennis inzake natuur, landbouw, nederzettingen of economie over verschillende tijdshorizonten wordt betrokken. Het huidige systeem waarbij data worden verhandeld, werkt integratie tegen. Zowel onderwijsinstellingen, studenten, ontwerp-bureaus, lokale overheden enz. moeten toegang krijgen tot correcte informatie met betrekking tot klimaatverandering. Op die manier kan een breed maatschappelijk debat gevoerd worden over mogelijke adaptatiestrategieën. De internetloketten van Geo-Vlaanderen, waar thematische en beleidsinformatie geografisch aangeboden worden, kunnen dienen als mogelijk aanknopingspunt.

## 17.4 Fysiek defragmenteren

Onder invloed van diverse diepgewortelde fragmentatie- en privatiseringsmechanismen (zie Hoofdstuk 16), wordt er in Vlaanderen nog steeds niet zuinig omgesprongen met de schaarse ruimte en primeren private en individuele belangen in ruimtelijke ordening. Zo werken het concept van 'goed uitgeruste weg' of het decreet integrale toegankelijkheid tot het openbare vervoer onrechtstreeks mee aan de spreiding van bebouwing.

Zoals hoger vermeld, gelden gelijkaardige analyses voor het woonbeleid, de gewestplannen, de handhaving, fiscaliteit, structuur van de bouw- en vastgoedsector enz. Ook de financiering van gemeenten werkt de versnippering van de open ruimte in de hand. Huidige financieringsmechanismen stimuleren een permanente groei van gemeenten waardoor de open ruimte onder druk komt te staan. Daarnaast laten lokale besturen zich in hun bestuursdaden vaak meeslepen in een ongezonde concurrentiestrijd met buurgemeenten om inwoners, recreanten, investeringen en economische activiteiten aan te trekken.

De maatschappelijke kost die deze spreiding met zich meebrengt loopt vandaag hoog op (openbaar vervoer, postdiensten, aanleg en onderhoud van nutsvoorzieningen, onderhoud van wegen). Een debat dringt zich op over de duurzaamheid van dergelijke mechanismen. Kunnen we autarkisch wonen promoten? Kunnen we de onderhoudskosten op die manier laten dalen en terzelfdertijd ruimte vrijmaken voor klimaat? Wat zijn de sociale gevolgen (isolatie, marginalisering, toegankelijkheid)? Dergelijke vraagstukken moeten op de politieke agenda verschijnen.

### ***Verburgering***

In de casus Westhoek wordt bijvoorbeeld de ‘verburgering’ van het platteland aangehaald als zijnde problematisch. Door bezetting van voormalige agrarische bedrijven door particulieren wordt de productiviteit van het landschap vervangen door consumptie. Ook hier spelen complexe mechanismen zoals het huisvestingsbeleid, een tekort aan geschikte ondernemingen, Vlaamse woonbehoeften en leegstaande en goedkope gebouwen op het platteland (Hoofdstuk 11).

De ruimtelijke versnippering van Vlaanderen is ook verbonden met de toenemende spanning tussen individualisering en de nood aan collectieve klimaatadaptatiestrategieën (zie Hoofdstuk 11). Hoger werd al aangegeven dat het noodzakelijk is zowel lokale actoren in te bedden in collectieve doelstellingen (wateropvang in tuinen, energievoorziening door woningen, groenstructuren als erfdienstbaarheden, bosbeheer door bosgroepen enz.) als directe collectieve adaptatiestrategieën uit te voeren (ecologische netwerken, voedselstrategieën, waterbeheersing enz.).

## **17.5 Beleidsmatig integreren**

### **17.5.1 Beleidsvelden koppelen en fragmentatie overstijgen**

Een geïntegreerde aanpak tussen verschillende sectoren en disciplines is noodzakelijk om ons op een duurzame manier te wapenen tegen de klimaat-

verandering. Dit kan gaan over interacties tussen privé en overheid, tussen natuurbeheerders en industrie, tussen landbouw en natuurbescherming, ... Voorlopig ontbreekt het nog aan structurele institutionele en financiële hefboomen die beleidsdomeinoverschrijdende samenwerking en win-win situaties ook daadwerkelijk belonen. Hoewel er duidelijk voorbeelden bestaan van samenwerking tussen beleidsdomeinen en/of met ngo's, hangt dit in sterke mate af van toevallige synergieën en opportuniteiten.

In Vlaanderen worden de beleidsdomeinen te veel uit eigen perspectief bestuurd. Sinds de administratieve hervorming van 2003 - 2006 zijn de departementen LNE (Leefmilieu, Natuur en Energie) en RWO (Ruimtelijke ordening, Woonbeleid en Onroerend erfgoed) in Vlaanderen gesplitst. Het departement Landbouw en Visserij staat daar nog eens naast met eigen belangen en doelstellingen. Voor sommige domeinen is een terugkeer naar eenheidsagentschappen een mogelijke oplossing. Hierbij verwijzen we naar het departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN) dat tot voor de inwerkingtreding van het kaderdecreet Beter Bestuurlijk Beleid van 2003 de domeinen leefmilieu, natuur en energie, mobiliteit en openbare werken en ruimtelijke ordening, woonbeleid en onroerend erfgoed, coördineerde. Uiteraard wordt er de laatste jaren meer werk gemaakt van een geïntegreerde aanpak en probeert men meer ecologische, landbouwkundige, natuurlijke, ... kwesties op te nemen in de ruimtelijke ordening. Een voorbeeld van dergelijke koppeling is het coördinatiepunt duurzaam kustbeheer. Toch zal men op dit vlak nog meer inspanningen moeten leveren om problematieken zoals klimaatadaptatie en natuurbehoud, die een geïntegreerde aanpak vereisen, aan te pakken. Om tot een integrale visie te komen is het nodig dat verschillende sectoren (structureel) gekoppeld worden, verschillende actoren samenkomen en debatteren over de ruimtelijke ontwikkelingen. Enkel wanneer adaptatiemaatregelen breed gedragen zijn, worden ze ook uitgevoerd.

### 17.5.2 Klimaatverandering aanpakken op de juiste schaal

Zoals eerder gesteld, zal er impact zijn van klimaatverandering door veranderingen op verschillende schaalniveaus. Dit blijkt ook uit de verhaallijnen waarin klimaatgedreven ontwikkelingen op Europees, regionaal en lokaal vlak samengebracht worden. Ten eerste maakt de ruimte deel uit van het Rijn-Maas-Schelde-estuarium. Het is algemeen aanvaard dat estuaria en delta's over de hele wereld mogelijke hotspots zijn voor een veranderend klimaat. Samenwerking in de internationale samenwerkingsverbanden en afspraken moeten verder worden uitgebouwd. Op regionale schaal spelen strategische ontwikkelingen die onze economie en maatschappij robuuster maken tegen klimaatverandering en andere crisissen. Op lokaal niveau ligt

de onderbouwing voor een ruimtelijk specifiek en aangepast landgebruik (bijvoorbeeld groendaken of verweving van functies) dat rekening houdt met het fysisch systeem (vrijwaren of impact verlagen, concept groene longen, watertoets, vrijwaring valleien, Vlaams ecologisch netwerk). Door te kiezen voor een breed pakket aan adaptatiemogelijkheden op diverse schaalniveaus kunnen we de risico's spreiden.

Bij het plannen van klimaat moet men kijken naar ruimtelijke systemen. Deze hangen binnen klimaatverandering in eerste instantie af van impacten (fysisch systeem) en kwetsbaarheden (socio-economische ontwikkeling). Ruimtelijke systemen doorbreken doorgaans bestaande administratieve grenzen. Vooral de gemeentegrenzen lijken met het oog op klimaatverandering niet relevant. Door middel van een gebiedsgerichte aanpak en intergemeentelijke samenwerkingsverbanden kunnen integrale visies worden uitgewerkt. Ook in de grensregio's worden samenwerkingsverbanden tussen verschillende overheden aangemoedigd. Dit houdt in dat een klimaatplan zich niet alleen op klimaatverandering kan toespitsen maar een kader moet zijn voor de gehele streekontwikkeling. Het is bijgevolg belangrijk om de opmaak van een klimaatplan te koppelen aan een breed maatschappelijk debat.





Besluit



## Besluit

*Georges Allaert, Hubert Gulinck, Sylvie Van Damme,  
Pieter Van den Broeck, Veerle Van Eetvelde*

Na vier jaar strategisch basisonderzoek kan het interdisciplinair onderzoeksteam CcASPAR een reeks aanbevelingen doen die verder zouden opgepikt moeten worden.

Deze aanbevelingen kunnen worden beschouwd als 'sleutelkwesties' waarbij telkens één of meerdere boodschappen zitten voor de overheid en burger.

We willen zeven sleutelkwesties in beeld brengen voor een meer veerkrachtig Vlaanderen. Deze sleutelkwesties staan niet zozeer in volgorde, overlappen elkaar hier en daar, maar vormen wel een regie van elkaar ondersteunende uitspraken die noodzakelijk zijn voor onze Vlaamse samenleving in transitie.

1. Klimaatadaptatie is gebiedsgericht maatwerk
2. Klimaatadaptatie als herinrichtingsopgave
3. Het ruimtelijke gezag van de fysische structuur
4. De kracht van groenstructuren
5. Meer zuurstof in de stad
6. Socio-ecologische transitie en nieuwe collectieve adaptatiestrategieën
7. Klimaatverandering, beleidsverandering!

245

### **Klimaatadaptatie is gebiedsgericht maatwerk**

Globaal heeft CcASPAR zich toegespitst op twee schaalniveaus: het Vlaamse (macro-)niveau en het meer lokaal niveau, aanvankelijk gedefinieerd als de meso- en de microschaal. Op de schaal van Vlaanderen levert het onderzoek onder meer gegevens aan met betrekking tot de te verwachten klimaatverandering en de impacten hiervan, en de kwetsbaarheid van natuur en landschap hiervoor. Daarnaast verkennen de casussen van de Kempen en de kuststreek hoe adaptatiemaatregelen op lokale schaal kunnen worden uitgewerkt. De oorspronkelijke denkpiste hierbij was dat de bevindingen op Vlaams niveau chronologisch en logisch aanknopingspunten zouden kunnen bieden voor het ontwerpend onderzoek op meso- en microschaal. De vertaalslag van kennis naar praktijk, van theorie naar actie en van de Vlaamse naar de lokale schaal bleek echter geen gemakkelijke oefening. CcASPAR leerde dat ontwerpende onderzoeken op lokaal niveau in eerste instantie nood hebben aan gebiedsspecifieke en

zo concreet mogelijke klimaatgegevens, die tot op heden echter onvoldoende beschikbaar zijn. De concreetheid en gelokaliseerdheid van het terrein en de betrokkenheid van lokale actoren op dit schaalniveau steken schril af tegen de grote onzekerheid, de generalisering en de langetermijnvisies waardoor scenario's en maatregelen voor klimaatadaptatie tot nu toe gekenmerkt worden.

Klimaatverandering is echter niet alleen een zaak van visies en toekomstperspectieven. Integendeel, ontwikkelingsperspectieven voor een veerkrachtige ruimte kunnen slechts in praktijk worden omgezet door concreet gelokaliseerde en realiseerbare acties. De ontwerpende onderzoeken binnen de casussen tonen zich een krachtig instrument om ondanks de onzekerheden en de verre planningshorizonten aan de slag te gaan om creatieve en soms verrassende denkpistes voor klimaatadaptatieve toekomstmogelijkheden uit te zetten. De verscheidenheid van de casussen toont aan dat dit soort ontwerpend onderzoek gebiedsgericht maatwerk vergt dat zich ent op de specifieke kenmerken – de kwaliteiten én de knelpunten – van de plek. Het is een lerend proces, waar niet alleen kennis en een diepgaand begrip van het landschap essentieel is, maar ook de expertise om die door te vertalen in een kwalitatief, duurzaam en veerkrachtig ontwerp. Vooral de casussen in de Westhoek en de Kempen leren hierbij dat de invloed van lokale claims op de identiteit van de plek, en de beleving ervan door de plaatselijke actoren niet mogen verwaarloosd worden. Betrokkenheid en responsabilisering van alle betrokken publieke en private actoren door middel van ondersteuning, bewustmaking en activering zijn daarom onontbeerlijk met het oog op de realisatie en het medegebruik van klimaatadaptatieve maatregelen. Een gebiedsgerichte en geïntegreerde aanpak biedt hierbij mogelijkheden om van klimaatadaptatie meer te maken dan een technische realisatie of een bijkomende afweging. Anders gesteld: komt er na de watertoets, het bodemattest en de landschapstoets ook een klimaattoets? Gestoeld op een maximaal engagement van alle betrokkenen en ondersteund door middel van creatief ontwerpend onderzoek biedt gebiedsgericht klimaatadaptief maatwerk belangrijke potenties als een middel voor het nastreven van win-winsituaties voor allerlei betrokkenen.

### **Klimaatadaptatie als herinrichtingsopgave**

De diverse hoofdstukken in dit boek tonen het duidelijk aan: er zal nood zijn aan doortastende ingrepen die het bodemgebruik en de structuur daarvan grondig kunnen doen veranderen. In andere woorden: er komen geheel nieuwe opgaven van herinrichting van de Vlaamse ruimte. De herinrichtingsvoorstellen van de casus Kust zijn de meest dramatische en gelden in de eerste plaats voor de grote schaal, een aanpak die schrijlings

reikt over zee en land en op het land geen enkele macrostructuur ongemoeid laat: duinengordel, dijken, polders en grote nederzettingssstructuren. Na de macro-inrichtingsdimensie moet afdalend fijngeregeld worden tot op het niveau van bouweenheden en percelen. De kuststrook van Vlaanderen is uiteraard een uniek vraagstuk, maar dit type en de noodzakelijke herinrichtingen zijn ook verder landinwaarts van toepassing: in de Vlaamse vallei, binnen de perimeters van het huidige Sigma-plan en alle valleistrukturen in Vlaanderen. Ideeën van ondermeer compartimentering en waterboeren, uitgewerkt in specifieke masterplans, kunnen ook daarvoor bijgestuurd worden via ontwerpend onderzoek. Ogenschojnlijk is de herinrichtingskwestie in de Kempen van een andere en meer bescheiden orde. De aandacht is daar in eerste benadering gegaan naar de fijnere schaal. Oude structuurprincipes in het natuurlijke en mensgestuurde landschap zoals heide, bossen, vloeiwede, gemene gronden werden opgepikt en van nieuwe interpretatie voorzien. Dit alles vergt een grondige herdenking van de ruimtelijke organisatie, bestemming, inrichting en beheer. Halsstarrige denkbeelden als urbaan versus ruraal worden doorbroken met herijkte voorstellen voor intensiteitsgradiënten van gebruik, watersystemen en groenblauwe structuren. De kleinschaligheid wordt er gecomplementeerd door inzichten over de Kempen als grootschalige waterdrager voor Vlaanderen. Zo wordt ook de beperkte casus Geel-Bel gekoppeld aan naburige grote eenheden als het Kempens plateau waar de diverse Netes ontspringen. De Kempen is zoals de kust ook een vrij extreem onderdeel van Vlaanderen. De diverse ideeën rond ruimtelijke herorganisatie kunnen in aangepaste versie ook ontwikkeld worden voor de andere grote eenheden van het Vlaamse binnenland. Het is vanzelfsprekend dat de op herinrichting georiënteerde concepten uit dit boek een grote uitdaging worden naar overheden en burgers, om klimaatbufferende principes mogelijk te maken over de grenzen van bezitsverdeling, sectorafbakeningen en andere culturele compartimenteringen heen.

247

## **Het ruimtelijke gezag van de fysische structuur**

Zoals duurzaamheid en draagkracht dat werden naar aanleiding van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen in 1997, lijkt veerkracht het sleutelwoord van de volgende jaren te worden. Het Groenboek voor het Beleidsplan Vlaanderen stelt de versterking van ruimtelijke veerkracht voorop om minder kwetsbaar te zijn voor de gevolgen van klimaatsverandering. Het maakt projecties voor een robuuste open en stedelijke ruimte ondersteund door een raamwerk van blauwgroene structuren en verbindingen en een teruggedrongen versnippering. In feite gaat het hier om een extra beklemtoning van het gelijkaardige uitgangspunt in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen,

dat het fysisch systeem voorop stelt als ruimtelijk structurerende drager en richtinggevend kader voor ruimtelijke ontwikkelingen.

Binnen de casus van de kuststrook is de fysieke structuur de belangrijkste richtwijzer voor het voorstel voor het compartimenteren van de brede kust. Zowel in de kuststrook als voor de Vlakte van de Raan wordt het fysisch systeem ingeschakeld als drager voor ruimtelijke ontwikkelingen. Binnen de casussen voor de kust en de Kempen wordt dan weer vooral gesteund op principes uit de landschapsecologie, waarbij een landschappelijke structuur een natuurlijk organisatieprincipe is dat het landschap vormt, gebaseerd op de samenhang tussen abiotische en biotische factoren en de mens. In dit kader worden planningsconcepten zoals het Cascoprincipe en Ruimte voor de rivier opgevestigd om de veerkracht binnen de gebieden te garanderen.

Hoewel deze concepten nog steeds opmerkelijk bruikbaar blijken te zijn, dienen ze een actuele invulling te krijgen die aangepast is aan de hedendaagse noden en de ruimtelijke en economische realiteit. Binnen de casussen Kempen en IJzer wordt bijvoorbeeld voorgesteld om het blauwgroene netwerk in en aan te vullen met andere, niet-conflicterende diensten, zoals de productie van energie, voedsel en grondstoffen, terwijl voor de Vlakte van de Raan de aanleg van een energie-eiland, een recreatief eiland en een natuurlijk eiland wordt gesuggereerd. Daarnaast zijn maatregelen in functie van flexibiliteit, met aandacht voor natuurlijke dynamieken en ruimtelijke synergieën essentieel voor de creatie van een veerkrachtige ruimte. De casussen Kust en IJzer stellen hier voor om bepaalde ruimtelijke eenheden flexibel in te richten, terwijl het concept 'nieuwe meenten' in de casus Kempen pleit voor experimenteerruimte waarbij volop kan worden ingezet op het 'draperen' van collectieve acties in de publieke en private ruimte in een hoge mate van ruimtelijke overeenstemming met de dominante fysische structuren.

## **De kracht van groenstructuren**

'Groen', of het nu gaat over bossen, groene bufferstroken, beemden, heidevelden of tuinen, heeft een belangrijke plaats in de analyses en concepten ontwikkeld in dit boek. Dit groen is één van de structurele dragers van traditionele en moderne landschappen en uiteraard van natuur en in het bijzonder van de blauwgroene netwerken. Klimaatadaptatie vergt een arsenaal aan bufferende structuren als wapen tegen overstromingen, hitte-eilanden, verdroging, stormen en algemene opwarming, en telkens worden hier op één of andere wijze groene structuren ingezet als directe instrumenten of ter versterking van andere structuren die worden voorgesteld zoals dijken, stormbekkens en infiltratiezones. Maar dit groen zit in een

dubbele spagaat. De eerste spagaat gaat over de voorspelling van toenemende verstening, als gevolg van economische en demografische ontwikkelingen en de daarbij nog steeds groeiende behoefte aan ruimte voor wonen en werken ten koste van open ruimte en dus ook groene ruimtes en structuren. 'Steen' staat in competitie met 'groen', tenzij het beleid volop inzet op verstandige inrichtingsmodellen, waarbij beide geïntegreerd worden tot innovatieve projecten van stadsontwikkeling. De tweede spagaat wijst naar de ambivalente interpretatie van groen in het teken van klimaatverandering. Groen als grote klimaatbuffer klinkt veelbelovend, maar groen is zelf kwetsbaar, zo niet in sommige omstandigheden zelfs gevaarlijk. Zo zullen risico's op boomval en brand verhogen bij toenemende kansen op stormen en hittegolven. Vooral de casus Kempen maakt duidelijk dat er behoefte zal zijn aan fijnregeling in termen van sortimentskeuze, aanplantingslocaties, gebiedsinrichting en beheer, om tegelijk de klimaatbufferende werking van vegetatie (verkoeling, bodemfixatie,...) te maximaliseren en de risico's op natuurlijke en maatschappelijke drama's te minimaliseren. Het is in dit soort van uitdagingen dat ontwerpend onderzoek zich van zijn veelbelovende kant laat zien, als zoekmechanisme in een complexe opgave met veel componenten, tegenstrijdigheden en partners. Andere hoofdstukken in dit boek hebben de huidige toestand, geografische verdelingen en beleidsprincipes aangaande natuurbehoud en landschapszorg onder de loep genomen in het teken van klimaatverandering. Ook hier komen groene structuren sterk in de schijnwerper. Zo is het interessant af te leiden dat veel van de voorgestelde klimaatregelende groenstructuren eigenlijk goed passen in het IVON (de verwevende en ondersteunende structuren voor het Vlaams Ecologisch Netwerk), met dien verstande dat er kan geopteerd worden om de oorspronkelijke natuurbehoudsdoelstelling ervan veel meer te integreren met klimaatadaptatie en zodoende volop de kaart te trekken van het verruimde principe van ecosysteemdiensten. De traditionele landschappen zijn ook voor een groot deel verweven met groenstructuren, gedifferentieerd over Vlaanderen. Tot heden was het landschapbeleid er één van conserveren, zo niet integreren van waardevolle historische kenmerken. Ook hier zal men rekening moeten houden met de te verwachten impacten van een doelgericht klimaatbeleid. Hierbij is het niet ondenkbaar dat de traditionele kenmerken zelf veranderen, bijvoorbeeld door een systematische inzet van groene bufferstructuren in traditioneel zeer open landschappen. Maar de omslag van groenstructuren is eigenlijk al volop bezig. Denk maar aan de grote zorg om het voortbestaan van de intussen oud wordende Kempische bossen en de zoektocht naar samenwerkingen (bosgroepen), hervorming (meer loofhout) en inschakeling in landschapsversterking (landduinen). Ook hedendaagse visies op bijvoorbeeld groene buffering van waterlopen of stadslandbouw kunnen in crescendo meesporen op de klimaatuitdaging. Doorheen dit boek valt het op dat vele oude principes,

die grotendeels tot uiting komen via groenstructuren, opgepikt worden om in een nieuwe interpretatie ingezet te worden in de klimaatstrijd in Vlaanderen.

### **Meer zuurstof voor de stad**

Een toename van het aantal en een verhoging van de intensiteit van hittegolven zal een negatief effect hebben op onze historisch gegroeide steden. Stedelijke gebieden voelen 's nachts beduidend warmer aan dan de omliggende rurale omgeving. In wetenschappelijke studies wordt dit aangeduid als het stedelijk hitte-eilandeffect (UHI of Urban Heat Island). Naast het nachteffect kampen onze versteende steden tijdens hittegolven ook met hittestress overdag. In combinatie met verhoogde ozonconcentraties veroorzaakt dit aanzienlijke gezondheidsproblemen, zoals sterfte in het ergste geval.

Via een andere stedenbouw en stedelijke ruimtelijke planning kunnen we structurele en milderende maatregelen uitwerken om het negatief effect van hittegolven tegen te gaan. We denken dan in de eerste plaats om onze publieke ruimten anders in te richten met veel meer 'groenblauwe' ankerplaatsen waarbij waterpartijen in het groen voor de nodige afkoeling en zuurstof zorgen. Toegankelijk sociaal groen op wandelsafstand, aandacht voor schaduw en koelte bij massagebeurtenissen, ontwikkeling van waterpleinen, tot en met de ontwikkeling van nieuwe materialen die water of vocht vasthouden en bij verdamping ervan de opwarming van de omgeving tegengaan, zijn maar enkele voorbeelden om onze vele 'versteende' publiek ruimten anders in te richten.

In het vooruitzicht van een groeiende demografie in Vlaanderen waarbij de bevolking zal stijgen van 6 miljoen naar 7 miljoen inwoners in de volgende 20 tot 30 jaar zal men ook de randsteden die nu grotendeels alleen per auto bereikbaar zijn, noodgedwongen moeten verdichten. Aangezien het autoverkeer verantwoordelijk is voor een groot aandeel van de broeikasgassen, werken onze nieuwe 'buitenwijken' momenteel klimaatverandering verder in de hand.

Ingrijpen in een meer duurzame stedenbouw verhoogt de kwaliteit van het leven in onze steden; daarenboven kunnen we deze leefmilieukwaliteiten nog verhogen door regels uit te werken met betrekking tot het gebruik van nieuwe, minder versteende materialen, het uitwerken van groendaken en groenoppervlakten, collectieve energie- en watersystemen. Exergieplanning (die opgevat wordt als een streven naar ruimtelijke efficiëntie van energie) moet een pijler worden van deze vernieuwde stedenbouw.



Het concept 'groenstedengewest' dat in ViA naar voren wordt geschoven kan maar op een degelijke wijze gestalte krijgen via een klimaatbestendige stedenbouw op maat van de bewoners en gebruikers van onze steden. Het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen moet de krijtlijnen uittekenen voor een partnershipsmodel waarbij nu reeds een aantal grotere steden (waaronder Gent en Antwerpen) het voortouw (willen) nemen. De stedelijke gebieden zullen in navolging van de rest van de wereld ook in Vlaanderen eerder groeien dan krimpen. Het zijn onze gebieden met de hoogste concentraties van menselijke activiteiten: wonen, industrie, energie, mobiliteit. Met de veranderingskaarten in dit boek in gedachten, die aangeven in welke mate het landschappelijk weefsel verandert tegen 2050, zal het opzetten van toekomstcontracten om meer zuurstof in onze stedelijke gebieden te brengen meer dan wenselijk zijn. Het onderzoek binnen CcASPAR toont aan dat er nood is aan een 'beleids'-aanpak die de ontwikkelingen naar de toekomst op middellange en langere termijn meer in rekening brengt. De bussiness as usual (BAU) scenario's tonen immers aan dat we anders verder van huis geraken dan ooit tevoren.

### **Socio-ecologische transitie en nieuwe collectieve adaptatiestrategieën**

De directe effecten van de klimaatverandering lijken voor Vlaanderen op het eerste gezicht niet spectaculair. De strijd tegen de stijging van de zeespiegel, verdroging in de zomer, felle neerslag en warmte-effecten lijkt haalbaar met de huidige stand van kennis en technologie. De verschillende onderdelen van dit boek tonen nochtans hoe deze factoren ook samenhangen met meer omvattende fenomenen. Zeespiegelstijging geeft mogelijk extreme golfslag en nood aan een veel sterkere zeewering dan voor gemiddelde zeeniveaus het geval is, met gevolgen voor het binnenland. Verdroging zal leiden tot tekorten aan drinkwater, problemen met bevaarbaarheid van waterlopen en aantasting van grondwatervoorraden. Extreme neerslag leidt tot overstromingen waarop het antwoord nog steeds niet helemaal duidelijk is. En warmte-effecten creëren hitte-eilanden waarin gezondheidskwesties (warmte, lawaai, luchtkwaliteit) een fundamenteel probleem worden voor specifieke bevolkingsgroepen. Nog een stap verder gaan de kwetsbaarheden van natuur en landschap die in CcASPAR werden onderzocht. Over heel Vlaanderen staan de biodiversiteit, het voortbestaan van ecosystemen en de diversiteit van landschappen onder druk van de klimaatwijziging. En tenslotte toont dit boek aan hoe de klimaatproblematiek doorwerkt in nederzettingsspatronen, landbouw, economie, energievoorziening, waterbeheer, technologie, sociale relaties, kennisystemen en de diverse daarmee verbonden beleidsvelden, waaronder

ook ruimtelijke ordening. Meermaals wordt in dit boek aangegeven hoe de relaties tussen klimaat, natuurlijk milieu en ruimte onderdeel zijn van eenzelfde socio-ecologische dynamiek. Op lange termijn, maar zelfs op korte termijn vallen daarom fundamentele veranderingen te verwachten die volgen uit de klimaatswijziging.

Om in te spelen op deze veranderingen en ze hopelijk ook te beïnvloeden, is er nood aan een rechtvaardige en ecologisch duurzame transitie, waarin ook het ruimtelijke beleid een rol kan spelen. Deze transitie vraagt om strategieën die meer zijn dan technologische oplossingen. Dit boek pleit dan ook voor een meer fundamentele wijziging in ons denken en handelen die niet noodzakelijk gericht is op voortdurende economische groei, maar minder grondstoffen gebruikt, minder afvalstoffen produceert en economisch, sociaal en economisch rechtvaardig en duurzaam is.

Voor dergelijke ecologische en maatschappelijke transitie wijst dit boek erop dat lokale actoren moeten worden geactiveerd om de veerkracht van buurten, bedrijventerreinen en landbouwgebieden te verhogen. Maar er is ook een groeiende behoefte aan collectieve strategieën voor het realiseren van overstromingsgebieden, infiltratiezones, ecologische infrastructuur, nieuwe energievoorzieningen, gemoderniseerde nutsvoorzieningen, voedselstrategieën en landbouwgebieden, enz. Inter-, multi- en transdisciplinaire kennisopbouw, onderzoek en ontwerp kunnen hiervoor ondersteunend zijn. Maar ook beleidsmatige samenwerking en integratie zijn essentieel. Ruimtelijke ordening moet opnieuw structureel worden gekoppeld aan andere beleidsvelden die te maken krijgen met de klimaatverandering. Bovenal zijn hefboomen en breekijzers nodig om maatregelen te nemen die reiken doorheen de begrenzings van de private, semi-publieke en publieke ruimtes. Klimaatadaptatie is een gemeenschappelijke zaak. Een van de grootste uitdagingen zal dan ook zijn hoe sturing van bovenaf en collectief initiatief van onderaf elkaar vinden in gemeenschappelijk ontworpen en beheerde klimaatrobuuste raamwerken.

### **Klimaatverandering, beleidsverandering!**

In Vlaanderen worden een reeks nieuwe beleidsplannen in de steigers gezet. Tegen de achtergrond van de problematiek 'klimaat en ruimte' kregen in 2012 het Vlaams Klimaatadaptatieplan en het Beleidsplan ruimte meer en meer vorm.

In het Vlaams Klimaatadaptatieplan (2012) lezen we dat adaptatie aan de klimaatverandering verankerd zou moeten worden als een integraal onderdeel van duurzame ruimtelijke ontwikkeling waar er nood is aan een bovenlokale strategie en een aangepast instrumentarium. In het Groenboek

van het Beleidsplan Ruimte wordt deze uitdaging ook opgenomen binnen de strategische visielijn 'veerkrachtige ruimte' en kiest men daarenboven voor een ambitieuze coproductie van de ruimte zowel verticaal tussen de verschillende bestuurslagen als sectorieel en met het middenveld. Daarenboven is het Vlaamse ruimtelijke beleid op zoek naar een vernieuwd instrumentarium dat 'verandering' mogelijk moet maken. Het voorgesteld partnerschapsmodel vormt daarbij het kader voor deze vernieuwing. Een cruciale actie vormt ongetwijfeld de omgevingsvergunning waar de Vlaamse Regering momenteel aan werkt en waarin er ook plaats zal moeten zijn voor de 'klimaattoets' bij het verlenen van de noodzakelijke stedenbouwkundige vergunning en milieuvergunning.

De invulling van die klimaattoets moet via gebiedsontwikkeling worden geïmplementeerd. De verschillende casussen in CcASPAR hebben in elk geval aangetoond dat de effecten van klimaatverandering ruimtelijk sterk gedifferentieerd zijn en dat de adaptatiemaatregelen verschillende ruimteclaims tot gevolg hebben.

Een gebiedsgerichte aanpak met een gebiedsspecifieke verzameling van maatregelen gespreid over de veelheid van plekken in Vlaanderen (de kust, de polders e.a. geografische streken, de valleigebieden, de steden, ...) lijkt de beste waarborg te zijn voor een meer veerkrachtige Vlaamse Ruimte. Het betekent ook dat men moet afstappen van de top-down ruimtelijke planning die we in Vlaanderen sedert de stedenbouwwet van 1962 hebben bedreven. Daarbij is ook het klassieke inspraakstelsel via 'openbaar onderzoek' dringend aan revisie toe. Inspraak is trouwens sedert de stedenbouwwet 50 jaar gebetonneerd in strikt omlijnde inspraakprocedures. Tekenend hierbij is dat velen in de administratie RWO ook overtuigd zijn dat het openbaar onderzoek – ooit opgezet als een baken van vertrouwen tussen burger en overheid – aan vernieuwing toe is. De reden hiervoor moet worden gezocht in de vaststelling dat de emancipatie van de burger (*civil society*) nu nog maar echt blijkt door te breken als gevolg van de brede communicatie via internet en multimedia. In vergelijking met vroegere ruimtelijke planningsprocessen (gewestplanning en structuurplanning) wordt het huidige beleidsplanningsproces (BRV) gevoerd via internetgestuurde infomarkten, interactieve werkvergaderingen, *round tables*, *share-point* en *burgerevents*.

Dergelijke markgerichte aanpak kon in het kader van een coproductie van de ruimte productiever zijn dan de klassieke inspraakprocedure omdat er meer doelgroepen worden bereikt. Een collaboratief samenwerkingsmodel vergt evenwel een meer doorgedreven organisatie, management en engagement van alle betrokkenen in het proces. Bij complexe maatschappelijk-

ruimtelijke vraagstukken, en dit is ongetwijfeld zo met betrekking tot het klimaatthema, is deze strategie zeer zinvol. In de ontwerpfasen hebben we via de IWT-SBO-gebruikersgroep de noodzaak hieraan sterk ervaren; daarenboven heeft het beleidsveld “ruimtelijke ordening” weinig of geen geld (kapitaal) en moet ze noodgedwongen collaboraties sluiten met de sectoren en het middenveld.

We moeten de ambitie hebben om het maatschappelijk debat voor coproductie van de ruimte binnen ViA (Vlaanderen in Actie) te kaderen en af te stappen van het BAU-model (BAU: *business as usual*). Dit kan maar als ViA uiteindelijk ook een ruimtelijk toekomstproject uittekenen waarin de vele nieuwe uitdagingen mobiliteit, migratie, bevolking, economie... maar ook klimaat een plaats krijgen. Deze laatste boodschap vinden we ook terug bij de Vlaamse Bouwmeester. Belangrijk evenwel is dat deze ruimtelijke ambitie ook decretaal wordt verankerd. Anders gesteld zou alle hoop voor een decretaale waarborg moeten komen van het Beleidsplan Ruimte, zo niet blijven we rondjes draaien.

Een ‘klimaatbestendig’ Vlaanderen vergt heel wat intensief veldwerk van velen; waaronder planologen en ruimtelijke ontwerpers, sociologen, economen, juristen, ingenieurs. Zij moeten onze Vlaamse ruimte, rekening houdend met de vele technologische mogelijkheden, een grotere veerkracht bezorgen. Dat dit een maatschappelijke kost is en een langdurend proces zal zijn, moeten we niet ontkennen. Maar in de huidige crisissituatie lijkt dergelijk Marshallplan zeker geen overbodige luxe. Starten we nu, dan zullen we daar ook sneller de vruchten van plukken.

Politiek betekent hogervermelde actie tevens een strategie om het technologisch beleid eindelijk eens te stroomlijnen met het sub/regionaal/streekbeleid. Het klimaatverhaal lijkt in deze context – en gegeven de resultaten via de twee fasen in CcASPAR – de sleutel voor deze nieuwe beleidswending.

Na vier jaar CcASPAR groeit meer en meer het besef dat het werken aan meer veerkracht in Vlaanderen ook meer maatschappelijke en economische toegevoegde waarde zal leveren: direct, indirect en geïnduceerd. En we staan met Vlaanderen niet alleen in de zoektocht naar nieuwe vormen van regionale dynamiek vanuit klimaatverandering. De bijzondere geografische locatie maakt dat Vlaanderen een gebiedseigen adaptatiebeleid moet ontwikkelen, en daarbij samenwerking moet zoeken met vergelijkbare gebieden.

Lijst figuren



Figuur 1	Sing for the Climate, Nic Balthazar, Sint-Pietersplein Gent, 22 september 2012	XV
Figuur 2	Hurricane Katharina, New Orleans, Ray Nagin. Presentatie Congres 'Superstormen en hoe ons te beschermen', Casino Kursaal Oostende, 13 oktober 2012	XV
Figuur 3	Groenboek van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (Departement RWO, 2012)	XVI
Figuur 4	Groenboek van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen. De drie strategische lijnen, waaronder veerkrachtige ruimte (Departement RWO, 2012)	XVI
Figuur 5	Netto voordelen mitigatie - adaptatie in de tijd (naar Eigen verwerking van De Bruin et al., 2009)	4
Figuur 6	Transitie van een systeem naar een volgende evenwichtstoestand (Walker et al., 2004)	6
Figuur 7	De adaptieve cyclus aan de hand van drie parameters potentie, connectiviteit en veerkracht (naar Holling, 2001)	6
Figuur 8	Variatie en extremen met (1) verandering van gemiddelde hoeveelheid en (2) verandering van variatie (naar Smit et al., 2000)	8
Figuur 9	CcASPAR kader rond adaptatie aan klimaatverandering naar (Smit et al., 2000) (Feenstra et al., 1998)	10
Figuur 10	Klimaat- en socio-economische scenario's (Feenstra et al., 1998)	14
Figuur 11	Kantelpunten in het klimaatsysteem van de Aarde (Lenton, 2008) (Schellnhuber, 2009)	15
Figuur 12	Gemiddelde temperatuur per decennium (Vellinga, 2011)	16
Figuur 13	Voorbeelden van mondiale effecten in verschillende sectoren in verband met verschillende niveaus van klimaatverandering op basis van gepubliceerde studies. De rode dikke stippellijn geeft de EU-doelstelling van een 2°C temperatuurstijging verandering ten opzichte van het pre-industriële (Barker et al., 2008)	17
Figuur 14	Wereldgemiddelde van de zeespiegel (Church en White, 2011)	19
Figuur 15	Evolutie van de maandgemiddelde omgevingstemperatuur volgens drie klimaatscenario's (vergelijking scenarioperiode 2070-2100 t.o.v. klimaatperiode 1970-2000). (Van Steertegem et al., 2009)	20
Figuur 16	Evolutie van de maandgemiddelde procentuele verandering in neerslag volgens drie klimaatscenario's (vergelijking scenarioperiode 2070-2100 t.o.v. klimaatperiode 1970-2000). (Van Steertegem et al., 2009)	21
Figuur 17	Assenstelsel en scenariofamilies zoals gebruikt in het Special Report on Emission Scenario's (IPCC, 2000)	23
Figuur 18	Landgebruikprojecties voor het deelgebied Leopoldsburg-Bree-Genk van de Kempen in 2050	27
Figuur 19	Het landschap als een open systeem, model naar J. Zonneveld (1985) (Antrop, 2007)	35
Figuur 20	Eenvoudige weergave van de samenhang tussen verschillende componenten door middel van sferen (naar van Dorp et al., 1999)	36
Figuur 21	Opbouw van het systeem volgens de lagenbenadering aan de hand van landschapstypes die worden samengesteld op basis van drie lagen, i.e. het fysisch systeem, de bodembedekking en de lijnvormige infrastructuur. De laatste twee vormen samen het ruimtegebruik.	37

Figuur 22	Huidige beleidsmatige afbakening van natuurstructuren in Vlaanderen (Agiv)	39
Figuur 23	Overzicht landschappelijk erfgoed Vlaanderen: (1) beschermde elementen en (2) ankerplaatsen en relictzones zoals opgenomen in de Landschapsatlas Vlaanderen, bebouwd erfgoed zoals opgenomen in de Inventaris Bouwkundig erfgoed (Databank beschermd onroerend erfgoed, Landschapsatlas versie 2001, Inventaris Onroerend Erfgoed Vlaanderen)	43
Figuur 24	Thematische lagen van de landschapstypologie: landgebruik (topografische kaart 1/10.000, 1991-2007), bodemtextuur (bodemkaart), bodemdrainage (bodemkaart), digitaal hoogtemodel (25m) Vlaanderen	46
Figuur 25	Landschapstypologie schaalniveau 1 (kleuren) en schaalniveau 2 (zwarte grenzen) van Vlaanderen	46
Figuur 26	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A1 Globale economie voor 2050 uitgedrukt in % per km <sup>2</sup>	51
Figuur 27	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A2 Transatlantische markt voor 2050 uitgedrukt in % per km <sup>2</sup>	52
Figuur 28	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B1 Sterk Europa voor 2050 uitgedrukt in % per km <sup>2</sup>	52
Figuur 29	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B2 Regionale gemeenschappen voor 2050 uitgedrukt in % per km <sup>2</sup>	53
Figuur 30	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A1 Globale economie voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype	56
Figuur 31	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario A2 Transatlantische markt voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype	56
Figuur 32	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B1 Sterk Europa voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype	57
Figuur 33	Mate van verandering tussen de referentiesituatie 2007 en scenario B2 regionale gemeenschappen voor 2050 uitgedrukt als % per landschapstype	57
Figuur 34	Scenario's: (links) weergave van de onveranderde (groen) en dynamische (rood) gebieden (achtergrond: orthofoto's NGI), (midden) aanduiding van de nieuwe toestand in 2050 (witte kleur is niet gewijzigd), (rechts) percentage verandering per km <sup>2</sup>	59
Figuur 35	Scenario's: (links) weergave van de onveranderde (groen) en dynamische (rood) gebieden (achtergrond: orthofoto's NGI), (midden) aanduiding van de nieuwe toestand in 2050 (witte kleur is niet gewijzigd), (rechts) percentage verandering per km <sup>2</sup>	61
Figuur 36	Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen (MIRA-T, 2011)(OESO, WL, MOW, VMM) – <a href="http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/milieuthemas/waterkwantiteit/beschikbaarheid-van-water/waterbeschikbaarheid/">http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/milieuthemas/waterkwantiteit/beschikbaarheid-van-water/waterbeschikbaarheid/</a>	66
Figuur 37	Percentage van het gemiddeld jaarlijks neerslagoverschot (250 mm/j*m <sup>2</sup> ) dat “onttrokken” wordt door freatische winningen per pixel van 2500 m X 2500 m	68
Figuur 38	Evolutie van de grondwaterstanden ingedeeld naar freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Vlaanderen, 2000-2011) (VMM-MIRA)	69



Figuur 39	Maximaal infiltratiepotentieel bij een gemiddelde neerslag (800mm/jaar) (0 - 450 mm) vanuit bodemkundig oogpunt onder het scenario van een natuurlijke grondwaterstand	73
Figuur 40	Gevoeligheid voor peildaling van het freatisch grondwater ten gevolge van structureel neerslag tekort	74
Figuur 41	Relatief belang van de infiltratie vanuit aspect grondwateraanvulling (in afnemend belang: bruin-geel-groen-blauw)	74
Figuur 42	Relatieve bodemverdichting en interceptie (0-100%)	76
Figuur 43	Actuele gemiddelde infiltratie op basis van bodem en landgebruik	76
Figuur 44	Profiel stedelijk hitte-eiland ( <a href="http://heatiland.lbl.gov/">http://heatiland.lbl.gov/</a> , 11/06/2011)	77
Figuur 45	Sterfte, maximumtemperatuur en ozonconcentraties in augustus 2003 (bron: administratie gezondheidszorg, team beleidsevaluatie)	79
Figuur 46	Opname en afgifte van warmte door materialen ( <a href="http://www.future-cities.eu">www.future-cities.eu</a> )	80
Figuur 47	(Links) Landsat beeld (NDVI) in combinatie met topografische kaart van Gent (Verwerking Verhofstede et al., 2012 op basis van Joos, 2012) (Rechts) Luchtfoto Rabot te Gent (Google Maps, 2012)	81
Figuur 48	Sky view factor ( <a href="http://www.future-cities.eu">www.future-cities.eu</a> , 22/11/2011)	82
Figuur 49	Het effect van de SVF op de reductie van het nachtelijke UHI-effect, r is de correlatiecoëfficiënt (Hamdi en Schayes, 2008)	83
Figuur 50	De verschillende processen op meso- en microschaal die invloed hebben op het UHI-effect (Voogt, 2000)	83
Figuur 51	Correlatie tussen de oppervlaktetemperatuur en de klassen uit de Urban Atlas (Van Cauwenberghe - Verhofstede, 2012)	84
Figuur 52	Gevoeligheidskaart UHI-effect op schaal van landschapstypologie Vlaanderen op basis van de correlatie tussen de oppervlaktetemperatuur en urbaan weefsel volgens de Urban Atlas	85
Figuur 53	Selectie gebieden op basis van de gevoeligheidskaart UHI-effect op schaal van landschapstypologie Vlaanderen op basis van de correlatie tussen de oppervlaktetemperatuur en urbaan weefsel volgens de Urban Atlas	86
Figuur 54	De theoretische relatie tussen intensivering van landbouw (opbrengst) en biodiversiteit (inclusief ecosysteemdiensten) (Tscharnkte et al. 2012)	91
Figuur 55	Situering van de twee casussen aan de hand van de landschapstyperingskaart (zie 4.3)	100
Figuur 56	Studiegebied binnen de traditionele landschappen (eigen verwerking van top10vGIS (NGI) en traditionele landschappenkaart (Nuffel, 2000))	104
Figuur 58	Evolutie van het landschapsecologisch systeem in Geel-Bel van 1777 tot 1970	105
Figuur 57	Gemeente Belle en het gemeenschappelijk akkercomplex ten zuiden van Bel (infield), omgeven door heide (outfield) (Kabinetskaart van de Ferraris, 1777)	106
Figuur 59	Ontginning van de Kleine Nete vallei te Geel in 1870 (links) en 1972 (rechts) (bron: NGI)	109

Figuur 60	Informatiebrochure ontwerp gewestplan Herentals-Mol 1976	109
Figuur 61	Evolutie van de omgeving van Mol 1974-1989 met een verdere consumptie van open ruimte door wonen, versnippering van de Netevallei, bijkomende verharding door dominantie autogebruik, baanwinkels, KMO-zones enz. (NGI)	110
Figuur 62	Graad van bodemafdichting door bebouwing en wegen in (van boven naar onder) 1777, 1930 en 2010 (eigen verwerking van de Kabinetskaart van de Ferraris (1977) topografische kaart 1930 (NGI) en top10vGIS (NGI))	115
Figuur 63	Pompkegels van de freatische winningen met invloed van een peildaling vanaf 50 cm (Bron: eigen verwerking van top10vGIS (NGI), de freatische winningen (Databank Ondergrond Vlaanderen) en de digitale versies van de Habitat- en Vogelrichtlijngebieden, MVG-LIN-AMINAL-Natuur, toestand 04/05/2001 en 17/07/2000 (OC GIS-Vlaanderen) en van de VEN en de natuurverwevingsgebieden die afgebakend zijn in de gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen (AGIV))	115
Figuur 64	Combinatie van het opgaand groen hoger dan 3m uit de Groenkaart (AGIV, 2011) en de oppervlaktetemperatuur afgeleid van het Landsat 5 satellietbeeld (identificatiecode GLOVIS: LT51980242009182MOR00, spectraalband 6 (band 10.4 - 12.5 $\mu\text{m}$ ), opnamedatum 01 juli 2009, Greenwich Mean Time 10:22 (onze zomertijd 12:22), resolutie 120 meter)	119
Figuur 65	Verband tussen de oppervlaktetemperatuur en het oppervlaktaandeel hoog opgaand groen (>3m): hoe meer opgaand groen aanwezig is, hoe lager de oppervlaktetemperatuur.	119
Figuur 66	(boven) Het gekende Kempens landschapsbeeld: naaldbossen op stuifduinen. (onder) Opnieuw ruimte gemaakt voor heide-ontwikkeling door Natuurpunt	121
Figuur 67	(van links naar rechts) De Grote Nete, Visvijvers en weekendhuisjes in Geel-Bel	124
Figuur 68	Geel-Bel: (van links naar rechts) de parabool van Asbergen, de Duivelskuil, een hangven	125
Figuur 69	De Belse Heide met de paraboolduin van Asbergen in de achtergrond	126
Figuur 70	TWO types of STRUCTURES: infrastructuur - industrieel versus historisch - agrarisch (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))	127
Figuur 71	Conceptschets CASCO (Boogert, 1991)	128
Figuur 72	Casusgebied Kempen als deel van de Vlaamse watercaptatie- en -infiltratiegebieden en als schakel tussen de natuurgebieden in het Kempens Plateau en de verstedelijking van de Vlaamse Ruit (eigen verwerking van CORINE landcover en top10vGIS kaart (NGI))	128
Figuur 73	Langsgrachten – evenwijdig lopend aan de Grote Nete – zorgden historisch voor bevoeiing. Later werden deze bevoeiingsystemen omgevormd tot draineringsgrachten. Via waterbouwkundige technieken, zoals syfons onder de Grote Nete en het verleggen van het inlaatpunt van de gracht tot honderden meters stroomafwaarts, werd het mogelijk om de duinpannen om te vormen tot voor akkerbouw geschikte gronden. De grotere gravitaire afwatering zorgde wel voor een betere drainage van bovenstroomse gebieden, maar zorgde voor een grotere droogtegevoeligheid (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))	129

Figuur 74	(links) Kabinetskaart van de Ferraris (1777): evenwijdig langs de Grote Nete bevindt zich een langsgracht, vermoedelijk in functie van bevoeiing van de hooilanden, (rechts) 2012: de historische langsgracht wordt gebruikt om hogerop gelegen gebied te draineren. (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI))	130
Figuur 75	Profiel doorheen de Netevallei	130
Figuur 76	Waterbevoorrading vanuit de Maas en de Grote Nete (eigen verwerking van top10vGIS kaart (NGI) en de nadere uitwerking Economisch Netwerk Albertkanaal (Lauwers et al., 2003))	130
Figuur 77	Boven: Met een invulling als natte natuur in een hele reeks aan beleidsdocumenten en een actief grondwervingsbeleid van o.a. Natuurpunt zullen de Nete-valleien hoogstwaarschijnlijk uitgroeien tot een groenblauwe structuurdragende ader van regionaal belang. Linksonder: beïnvloedde gebieden bij het doorknippen van de langsgrachten. Rechtsonder: herbestemde agrarische gebieden in AGNAS. Bij uitwerking van de Netevalleien als natte natuur zullen enkel grote en blijvende dure kunstgrepen de bestaande landbouwproductiviteit en landgebruik in stand houden. (eigen verwerkingen van Google Earth; top10vGIS kaart (NGI); digitale versie van de Habitat- en Vogelrichtlijngebieden, MVG-LIN-AMINAL-Natuur, toestand 04/05/2001 en 17/07/2000 (OC GIS-Vlaanderen); de digitale versie van de VEN en de natuurverwevingsgebieden die afgebakend zijn in de gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen (AGIV); afbakening van de AGNAS gebieden (Departement Ruimtelijke Ordening, 2010))	131
Figuur 78	Waterrijk-Kempen (Bron: eigen verwerking top10vGIS (NGI))	133
Figuur 79	(boven) Bestaande situatie van de Belse es. De sterk versnipperde structuur is duidelijk zichtbaar (Google Earth), (rechts) Ontwerp van de Belse es. Herstellen van het eslandschap met een eikenhakhoutsingel die tevens dienst doet als waterinfiltratiebekken (eigen verwerking top10vGIS (NGI))	134
Figuur 80	(boven) bestaande situatie van de beemden (Google Earth), (rechts) ontwerp van de Beemden als kleinschalig landschap en de Plaggengronden als gebieden voor intensieve landbouw (eigen verwerking top10vGIS (NGI))	134
Figuur 81	(boven) Bestaande situatie in de Grote Netevallei. (onder) Stapgewijze uitbouw van de Grote Netevallei als structuurdragende natte natuur met energiebossen (eigen verwerking Google Earth)	135
Figuur 82	Impressies van het beemdenlandschap (boven) en het broekboslandschap (onder)	136
Figuur 83	Voorbeelden van plantschema's voor bosvorming op de landduinen	136
Figuur 84	Impressies van het Kempens landschapsbeeld in omvorming gezien vanuit de beemden	137
Figuur 85	Zone voor Nieuwe Meente tussen ringweg en centrum Geel, met inrichting van aanleg van transversale wadi-structuren langsheen de helling (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI))	138
Figuur 86	Nieuwe Meenten als publieke en collectieve productieruimte (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI)) (eigen verwerking Google Earth top10vGIS (NGI))	139

Figuur 87	Overzicht van de klimaatimpacten in het kustgebied (eigen verwerking van IPCC, 2007, p. 316)	147
Figuur 88	Situering van de drie deelgebieden aan de hand van de landschapskarakterisatie (zie 4.3)	150
Figuur 89	Het IJzerbekken wordt als grens aangehouden van de casus Westhoek (eigen verwerking van Top10vGIS)	151
Figuur 90	In de Late Middeleeuwen werden diverse vijvers aangelegd rondom Ieper in functie van waterbevoorrading. Tot op de dag van vandaag worden de Dikkebusvijver en de Zillebekevijver nog steeds gebruikt als drinkwaterbufferbekken voor de stad Ieper (eigen verwerking van Kabinetskaart van de Ferraris, 1777).	152
Figuur 91	Alle vergunde grondwatervergunningen in de Westhoek en de grote grondwatervergunningen in de streek van Roeselare-Kortrijk. In de Westhoek vormen de vele honderden beperkte vergunningen (de kleine punten) aan hoofdzakelijk landbouwbedrijven samen één zéér grote grondwaterontginning. De grote gebruikers op de grens tussen Westhoek en het Roeselaarse zijn hoofdzakelijk voedings- en diepvriesbedrijven, in Kortrijk bevinden zich dan weer meer textielbedrijven (eigen verwerking van Top10vGIS en DOV, vergunde grondwaterwinningen)	153
Figuur 92	(links) Stijghoogtes in het Landeniaan (debieten 2000) (VMM, 2006), (rechts) Stijghoogtes in de Sokkel (debieten 2000), de dalende stijghoogten duiden op een overexploitatie van de grondwaterlagen (VMM, 2006)	154
Figuur 93	IJzerloop met (i) aanduiding winterbedding, (ii) Recent Overstroomde Gebieden, (iii) hoogte waarop broeken overstroomden en (iv) het verschil in verval op de IJzer tussen zone landsgrens – Broeken en zone Broeken – Nieuwpoort. (eigen verwerking van Top10vGIS en Watertoets)	155
Figuur 94	Een eigen waarneming tijdens de overstroming van 5 maart 2012 in de West-Vlaamse Heuvels illustreert een overstroming die nagenoeg dezelfde grenzen aannam als wat er in de watertoets aangeduid staat als risicozones voor overstromingen. De overstroming illustreert mooi het belang van de valleigebieden als natuurlijk en integraal opvangbekken voor de grote hoeveelheden neerslagwater. (links) normale situatie, (midden) risicozones voor overstromingen, (rechts) overstroming (eigen verwerking van GoogleEarth en Watertoets)	157
Figuur 95	Wateroverlast van 5 maart 2012 ((boven) Ria Van Lerberghe, (onder) Philippe Corneille)	157
Figuur 96	In het ontwerpend onderzoek wordt er in functie van een verschil in fysisch systeem een onderscheid gemaakt in drie deelgebieden, namelijk polders, broeken en heuvels (eigen verwerking van Top10vGIS).	159
Figuur 97	Masterplan voor een geresponsabiliseerd en gebiedsgedifferentieerd waterbeheer. (eigen verwerking van Top10vGIS)	160
Figuur 98	Concept beekvalleien in de West-Vlaamse Heuvels. Binnen elke valleikom wordt op zoek gegaan naar de maximale waterbuffering.	161
Figuur 99	(links) Voorbeelden van overstromende valleibekkens, (rechts) overstroombare weg. (bron: (links en midden) Philippe Corneille, (rechts) Ria Van Lerberghe)	161

Figuur 100	Opslag en hergebruik van oppervlaktewater voor voedingsindustrie door uitwerking van beekvallei als een combinatie van bufferbekkens voor wateropslag en geïntegreerde tuinen en natte meersen in functie van vertraagde afvoer van oppervlaktewater. Bovenstrooms bij serrebedrijven worden eveneens watercaptatiebekkens voorzien (eigen verwerking van Top10vGIS).	161
Figuur 101	Ontwikkelingszone voor waterhoeves. Inzetten van particuliere initiatieven in functie van gemeenschappelijke doelstellingen als waterbuffering en voor het creëren van een kwaliteitsvol recreatief landschap (eigen verwerking van Top10vGIS)	164
Figuur 102	Hoeves in noodberging blijven beschermd door een aarden wal omheen het ensemble (eigen verwerking van ontwerp kloosterboerderij door E'SCAPE & Green-YD)	164
Figuur 103	Ontwikkeling van een noodberging in de polders. (eigen verwerking van Top10vGIS) Bestaande boerderijen blijven beschermd door de herstelde wallen rondom de sites	165
Figuur 104	De historische ontwikkeling (1 <sup>ste</sup> figuur: duin met helmgras in Koksijde, Massart 1902 (bron: VLIZ databank) - 2 <sup>de</sup> figuur: aanplanting pijnboombos in De Haan, Massart, 1908 (bron: VLIZ databank) - 3 <sup>de</sup> figuur: zeedijk Blankenberge, 19 <sup>de</sup> -20 <sup>ste</sup> eeuw (bron: www.adore.ugent.be) - 4 <sup>de</sup> figuur: zeedijk Oostende, 2003 (Cornilly, 2008)	
Figuur 105	Verstedelijking en 'hardheid' van de Belgische kust (Eurosion, 2004)	167
Figuur 106	(links) Impressie van de komende dijkverhoging (masterplan Kustveiligheid), (rechts) Impressie van de daaropvolgende dijkverhoging (eigen bewerking)	169
Figuur 107	Fotoreportage over het tegengaan van spontane duinvorming (Fotograaf: Johan Kindt)	170
Figuur 108	(boven) 'Hold the line' – principe, (onder) Een gecompartmenteerde kuststrook	171
Figuur 109	Concepttekening langetermijntoekomst van het compartimenteren	173
Figuur 110	Verwachte jaarlijkse schade t.o.v. de zeespiegelstijging. De donkere kleur in elke balk geeft de jaarlijks te verwachten schade met klimaatverandering alleen, de lichtere kleur met zowel het klimaat- en socio-economische veranderingen. De bovenzijde van elke balk is het gemiddelde van de verschillende socio-economische scenario's. De foutbalken presenteren het bereik in de socio-economische scenario's (d.w.z. de variatie in jaarlijks verwachte schade tussen de A1 en de B2 scenario's)	174
Figuur 111	De invloed van overstromingen in Oostende (1) en Blankenberge (2) (Eigen bewerking van Kaartgegevens © OpenStreetMap-auteurs, met overstromingsmodel CcASPAR)	175
Figuur 112	Overzicht historische ontwikkeling dijkenpatroon (eigen verwerking van bronnen (onder naar boven): Kabinetskaart van de Ferraris ca. 1775, Vandermaelen ca.1850, Carte militaire 1923, Topokaart 1998)	176
Figuur 113	De gecompartmenteerde kust op basis van oude bermstructuren	176
Figuur 114	Overzicht GIS-analyses	178
Figuur 115	Vier alternatieve concepten voor een brede kust (bronnen: 1 <sup>ste</sup> figuur: waterlandschap, krekengebied Oostende - 2 <sup>de</sup> figuur: overstroombare zeedijk, Hafencity Hamburg - 3 <sup>de</sup> figuur: zilte polders, (KREEK teRUG – Deltares/Imares) - 4 <sup>de</sup> figuur: slufte (Nieuwvliet Nederland – fotograaf Peter Nicolai )	179

Figuur 116	(links) Karikatuur van een gecompartmenteerde kust (bewerking van een cartoon van Steven Wilsens, 1969)	179
Figuur 117	Scenario 1: aanhoudende regen in het achterland	181
Figuur 118	Scenario 2: langdurige droogte in de kust en het achterland	183
Figuur 119	Scenario 3: plotse calamiteit en het opvangen van een (super)storm op zee	184
Figuur 120	Sfeerbeeld overstroombaar golfterrein Wellington	185
Figuur 121	Sfeerbeeld overstroombare zeedijk	185
Figuur 122	Sfeerbeeld concept waterboeren	185
Figuur 123	Situering Vlake van de Raan	188
Figuur 124	Toename van getij in de Westerschelde	189
Figuur 125	Kustverdediging Vlaamse kust	189
Figuur 126	Historische kaart – eilanden in de Westerscheldemonding	190
Figuur 127	Kusterosie Walcheren	190
Figuur 128	Zeevaart in de Westerscheldemonding	191
Figuur 129	Estuaire vaart in de Westerscheldemonding	191
Figuur 130	Uitbreiding haven Zeebrugge	191
Figuur 131	Afbakening natuurgebied	192
Figuur 132	Uitgangspunt 1 – Verleggen van de vaarroutes	192
Figuur 133	Uitgangspunt 2 – Efficiënt baggeren	193
Figuur 134	Overzicht van de drie eilanden	193
Figuur 135	Het Vlaamse ruimtelijke beleid als onderdeel van een socio-ecologisch veld (eigen verwerking van (Van den Broeck, 2010, 2011) en (Servillo en Van den Broeck, 2012)	204
Figuur 136	Vanaf de jaren 1960 groeide een algemene sfeer pro auto en autosnelwegen. Tussen 1965 en 1975 werden aanzienlijke budgetten vrijgemaakt om in sneltempo een wegennetwerk aan te leggen. De bouw van de fly-over aan het Zuid in Gent (1972) moest de auto tot diep in het hart van de stad laten binnendringen. Hierdoor moesten 1800 mensen hun woning in Ledeberg verlaten. (Boone en Deneckere, 2010)	212
Figuur 137	Vanaf de jaren 1970 staan inwoners steeds meer stil bij de gevolgen van vervuilende fabrieken (Gent, AMSAB in Feys, 2011)	214
Figuur 138	In het LIFE project Grote Nete (2007-2012) voerde Natuurpunt, in samenwerking met de provincie Antwerpen een Europees project uit om de natuur te versterken. De resultaten liegen er niet om: 74 hectare broekbosuitbreiding, 700 meter onnatuurlijke ruimingswallen afgegraven, 4 hectare open water, meanders en plas dras zones, 18 weekendverblijven afgebroken, 15 weekendvijvers vernatuurlijkt, 3 hectare turfput hersteld. Door voldoende ruimte voor water te voorzien en onder andere de natuurlijke loop van de Kleine Hoofdgracht te herstellen, werd de natuurlijke sponswerking van de vallei hersteld. (Natuurpunt)	219
Figuur 139	Voorstelling van de evolutie van de institutionele dynamiek vanaf 1962	221

Valorisatierapporten





#### **VR1**

De Sutter, R., Ingle, R., Verhofstede, B., Allaert, G., de Moel, H., Bouwer, L., Stragier, F., Staes, J., Van Beveren, T., Van Eetvelde, V., 2011. *Integrated assessment of spatial climate change impacts in Flanders – mirrored to the dutch experiences*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 1, Universiteit Gent, Vrije Universiteit Amsterdam en Universiteit Antwerpen.

#### **VR2**

De Moel, H., Koks, E., Dekkers, J., Lassche, R., Bouwer, L., 2012. *Methods for future land-use projections for Flanders*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 2, Vrije Universiteit Amsterdam.

#### **VR3**

Van Beveren, T., Dupont, L., Van Eetvelde, V., 2012. *Overzichtsrapport van mogelijke aanpassingen aan Vlaamse landschapsclassificatie in relatie tot klimaatverandering*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 3, Universiteit Gent, Vakgroep Geografie.

#### **VR4**

Staes, J., Meire, P., 2013. *Overzichtsrapport van mogelijke aanpassingen aan het Vlaams ecologisch netwerk in relatie tot klimaatverandering*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 4, Universiteit antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer.

#### **VR5**

Van den Broeck, P., Bracke, B., Kustermans, C., 2012. *Planning voor een sociaal-ecologische transitie. Overzichtsrapport betreffende instrumenten en governance om te anticiperen op de effecten van klimaatverandering in het ruimtelijk beleid*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 5, OMGEVING cvba.

#### **VR 6**

Verhofstede, B., Allaert, G., 2013. *Theoretisch kader en impacten als gevolg van klimaatverandering in relatie tot de structuren van menselijke activiteit in Vlaanderen*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 6, Universiteit Gent, Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning.

#### **VR 7**

De Waegemaeker, J., Lierman, S., Verhoestraete, D., Foré, P., Verhofstede, B., Allaert, G., Van Damme, S., 2012. *Een klimaatadaptatiestrategie voor de Kust*, CcASPAR: Valorisatierapport 7, Universiteit Gent – Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning en School of Arts – Biowetenschappen en Landschapsarchitectuur.

#### **VR 8**

Dewaelheyns, V., Foré, P., Van Damme, S., Gulinck, H., 2012. *Een klimaat-adaptatiestrategie voor de Kempen*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valoriseringsrapport 8, KU Leuven en Hogeschool Gent.

#### **VR 9**

Dossche, R., Van Eetvelde, V., 2012. *KASPAR - Atlas en interactief didactisch model voor klimaatwijzigingen en -impacten in Vlaanderen*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valoriseringsrapport 9, Universiteit Gent, Vakgroep Geografie.

#### **VR 10**

Ingle, R., De Sutter, R., Bouwer, L., De Moel, H., Koks, E., 2013. *Integrated spatial and hydrological modelling as coupled tools for development of an adaptation vision*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valoriseringsrapport 10, Universiteit Gent en Vrije Universiteit Amsterdam. Partim 10a. *Effect of climate change and land use changes on hydrological drought* (Universiteit Gent)

Ingle, R., De Sutter, R., Bouwer, L., De Moel, H., Koks, E., 2013. *Integrated spatial and hydrological modelling as coupled tools for development of an adaptation vision*, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valoriseringsrapport 10, Universiteit Gent en Vrije Universiteit Amsterdam. Partim 10b. *Effect op spatiale adaptatiemaatregelen op flood risk in the coastal area of Flanders* (Vrije Universiteit Amsterdam)

De digitale versie van deze valoriseringsrapporten kan men raadplegen op [www.ccaspar.ugent.be](http://www.ccaspar.ugent.be).

## Literatuurlijst



## Inleidend kader

- Allaert, G., 2010. *Een Planbureau voor ruimte en leefomgeving*, In: Ruimte, 7:28-29.
- Departement RWO, 2012. *Vlaanderen in 2050: mensenmaat in een metropool?: groenboek beleidsplan ruimte Vlaanderen*, Departement RWO: Brussel. 84 pp.
- Rammeloo, S., 2012. *Het doemdenken voorbij, Ugent-onderzoek ontdekt meerwaarde in klimaatverandering*, In: Universiteit Gent, 221, jaargang 27, nr. 2, november 2012: 19-21.

## DEEL I – DE VLAAMSE RUIMTELIJKE STRUCTUUR IN HET KLIMAATDISCOURS

### Hoofdstuk 1

- Adger, W.N., 2006. *Vulnerability*, Global Environmental Change 16(3): 268-281.
- De Bruin, K., Dellink, R., Agrawala, S., 2009. *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Integrated Assessment Modelling of Adaptation Costs and Benefits*, OECD Environment Working Papers, No. 6, OECD Publishing. (available: <http://dx.doi.org/10.1787/225282538105>)
- Holling, C., 2001. *Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems*, Ecosystems 4(5): 390-405.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R., Wandel, J., 2000. *An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability*, In: Climatic Change, 45: 223-251.
- Walker, B., Holling, C., Kinzig, A., Carpenter, S., 2004. *Resilience, Adaptability and Transformability in Social – ecological Systems*, In: Ecology and Society 9(2):5 (Available: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>)
- Willems, P., Yiou, P., 2010. *Multidecadal oscillations in rainfall extremes*. Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2010, 2-7 May 2010, Vienna 12.

### Hoofdstuk 2

- Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., 2007. *IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report*, Fourth Assessment Report (4AR), IPCC.

- Feenstra, J., Burton, I., Smith, J., Tol, R. (Eds.), 1998. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*, Nairobi and Amsterdam: UNEP and Institute for Environmental Studies/Vrije Universiteit.
- Füssel, H., Klein, R., 2006. *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*, In: Climatic Change 75(3): 301-329.
- Jasanoff, S., Colwell, R., Dresselhaus, M., Goldman, R., Greenwood, M., Huang, A., Lester, W., Levin, S., Linn, M., Lubchenco, J., 1997. *Conversations with the community: AAAS at the Millennium*, Science, 278, 2066.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R., Wandel, J., 2000. *An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability*, In: Climatic Change, 45, 223-251.

### Hoofdstuk 3

- Baetens, J., Van Eerdenbrugh, K., Meire, P., Mostaert, F., 2004. *Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën - Bekken van de Gemeenschappelijke Maas*. UA, Ecobe, in samenwerking met Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - LIN - AWZ - Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.
- Baetens, J., Van Eerdenbrugh, K., Meire, P., Mostaert, F., 2005. *Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën - Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense Kanalen*. UA, Ecobe, in samenwerking met Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - LIN - AWZ - Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.
- Barker, T., Bergall, O., Bodin, S., Cassel-Gintz, M., Cornelius, S., De Brabante, E., Fuentes, U., Füssel, H., Gillet, M., Hain, B., Hare, W., Klaasen, G., Knopf, B., Korgh, K., Luderer, G., Matthews, B., McGovern, F., Meinshausen, M. (ed.), Midgley, P., Radunsky, K., Rakovec, J., Rösner, S., van Ierland, T., Warrilow, D., Weiss, M., (2008). *The 2°C target - Information Reference Document*, EU Climate Change Expert Group 'EG Science'. (Available: [http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/docs/brochure\\_2c\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/docs/brochure_2c_en.pdf))
- Berghout, F., Van Drunen, M., 2007. *Socio-economic scenarios in climate change research: a review*, Report W-07/07, Institute for Environmental Studies (IVM), VU University Amsterdam, 22 pp.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., 2007. *IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report* Fourth Assessment Report (4AR), IPCC.

- Brits, E., Boone, I., Bart, V., Dispas, M., Van Oyen, H., Van Der Stede, Y., Van Nieuwenhuysse, A., 2009. *Climate Change and Health - Set-up of monitoring of potential effects of climate change*. Brussels, Unit Environment and Health.
- Brouwers, J., Peeters, B., Willems, P., Deckers, P., De Maeyer, Ph., De Sutter, R., Vanneville, W., 2009. *Chapter 11 'Climate Change and Water Systems'*, In: Flanders environment report 2009. Environmental Outlook 2030. Van Steertegem (ed.). VMM. Aalst. <http://www.milieurapport.be/nl/publicaties/milieuverkenning-2030>.
- Brys, R., Jacquemyn, H., De Blust, G., 2005. *Fire increases aboveground biomass, seed production and recruitment success of *Molinia caerulea* in dry heathland*. In: *Acta Oecologica*, 28: 299-305.
- Church, J., White, N., 2011. *Sea-level rise from the late 19<sup>th</sup> to the early 21<sup>st</sup> century*. In: *Surveys in Geophysics* 32(4-5): 585-602. Doi:10.1007/s10712-011-9119-1
- Coninx, I., Bachus, K., 2009. *Social vulnerability assessment of flood prone areas in Flanders*. 15th Annual International Sustainable Development Research Conference. Utrecht, 5 - 8 July 2009.
- d'Ieteren, E., Hecq, W., De Sutter, R., Leroy, D., 2003. *Les effets du changement climatique en Belgique: Impacts potentiels sur les bassins hydrographiques et la côte maritime, Phase I: état de la question: Rapport final*. Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement (CEESE-ULB) et ECOLAS Environmental Consultancy & Assistance. Studie in opdracht van het KINT.
- De Boeck, K., Pereira, F., et al. (2012b). *Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 3. Analyse van het huidige wateraanbod*. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium. 724\_04.
- De Boeck, K., Michielsens S., et al. (2012a). *Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 4. Modelleren van de huidige toestand op regionaal niveau*. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium. 724\_04.
- De Moel, H., Koks, E., Dekkers, J., Lassche, R., Bouter, L., 2012. *Methods for future land-use projections for Flanders*, Report VR2, CcASPAR project.
- Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Van Reeth, W. (red.), 2009. *Natuurverkenning 2030*, Natuurrapport Vlaanderen, NARA 2009. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2009.7, Brussel.
- EEA, 2005. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. EEA Technical Report No. 7/2005. EEA, Copenhagen.
- EEA, 2012. *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*. Copenhagen, European Environment Agency.
- Federaal Planbureau (2008). *Bevolkingsvooruitzichten 2007-2060*, Planning Paper 105, Brussel, mei 2008, 152 pp.
- Feenstra, J., Burton, I., Smith, J., Tol, R. (Eds.), 1998. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*, Nairobi and Amsterdam: UNEP and Institute for Environmental Studies/Vrije Universiteit.
- Field, C., Barros, V., Stocker, T., Dahe, Q., Dokken, D., Ebi, K., Mastrandrea, M., Mach, K., Plattner, G-K., Allen, S., Tignor, M., Midgley, P. (eds.), 2012. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, New York.
- Gobin, A., Uljee, I., Van Esch, L., Engelen, G., de Kok, J., Van der Kwast, H., Hens, M., Van Daele, T., Peymen, J., Van Reeth, W., Overloop, S., Maes, F., 2009. *Landgebruik in Vlaanderen. Wetenschappelijk rapport MIRA 2009 & NARA 2009*. Rep. No. R.2009.20, VMM en INBO.
- Hamdi, R., Deckmyn, A., Termonia, P., Demare, G., Baguis, P., Vanhuyse, S., Wolff, E., 2009. *Effects of Historical Urbanization in the Brussels Capital Region on Surface Air Temperature Time Series: A Model Study*. In: *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48: 2181-2196.
- Hamdi, R., Schayes, G., 2008. *Sensitivity study of the urban heat island intensity to urban characteristics*. In: *International Journal of Climatology*, 28: 973-982.
- Hansen, J., Miki, Sato, 2012. *Paleoclimate implications for human-made climate change*, In: *Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects*. A. Berger, F. Mesinger, and D. Šijački, Eds. Springer, pp. 21-48, doi:10.1007/978-3-7091-0973-1\_2.
- Hertveldt, B., Brouwers, J., De Schrijver, J., 2009. *Hoofdstuk 2 'Sociaal-economische verkenning'*, In *Milieuverkenning 2030*, Milieurapport Vlaanderen, VMM. Raadpleegbaar op <http://www.milieurapport.be/nl/publicaties/milieuverkenning-2030>.
- Hilferink, K., Rietveld, P., 1999. *Land use scanner: an integrated GIS based model for long term projections of*

- land use in urban and rural areas*. In: Journal of Geographical Systems 1 (2), 155–177.
- IPCC, 2000. *Emission scenarios*. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis—Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge Univ. Press, New York.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Pachauri, R., Reisinger, A., core writing team (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- KMI, 2009. *Oog voor het klimaat*, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België. [www.kmi.be](http://www.kmi.be).
- Lenton, T., Held, H., Kriegler, E., Hall, J., Lucht, W., Rahmstorf, S., Schellnhuber, H., 2008. *Tipping elements in the Earth's climate system*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(6): 1786–1793.
- MDK, 2011. *Masterplan Kustveiligheid* (a. v. M. D. e. K. Vlaamse overheid, afdeling Kust, ed.), Oostende.
- Michielsen, S., Pereira, F., et al. (2012a). *Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 1. Inventarisatie*. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium. 724\_04.
- Michielsen, S., Pereira, F., et al. (2012b). *Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 2. Analyse van het huidige watergebruik*. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium. 724\_04.
- Ntegeka, V., Willems, P., Baguis, P., Roulin, E., 2008a. *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems. Summary report Phase 1: Literature review and development of climate change scenarios*, K.U.Leuven – Hydraulics Section & Royal Meteorological Institute of Belgium, April 2008, 64 pp.
- Ntegeka, V., Baguis, P., Boukhris, O., Willems, P., Roulin, E., 2008b. *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems. II. Study of rainfall and ET to climate change scenarios*, Belgian Science Policy – SSD Research Programme, Technical report CCI-HYDR project by K.U.Leuven – Hydraulics Section & Royal Meteorological Institute of Belgium, May 2008, 112 pp.
- Ozer, J., Van Den Eynde, D., Ponsar, S., 2008. *Evaluation of climate change impacts and adaptation responses for marine activities: CLIMAR*, Trend analysis of the relative mean sea level at Oostende (Southern North Sea – Belgian Coast), 14 pp.
- Rahmstorf, S., 2010. *A new view on sea level rise. Has the IPCC underestimated the risk of sea-level rise?*, In: Nature Reports Climate Change 4 (4):44–45.
- Rannow, S., Loibl, W., Greiving, S., Gruehn, D., Meyer, B., 2010. *Potential impacts of climate change in Germany-Identifying regional priorities for adaptation activities in spatial planning*, In: Landscape and urban planning, 98 (3–4): 160–71.
- Robinson, A., Calov, R., Ganopolski, A., 2012. *Multi-stability and critical thresholds of the Greenland ice sheet*, In: Nature Climate Change 2(6): 429–432.
- Schellnhuber, H., 2009. *Tipping elements in the Earth's climate system*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA (106).
- Solomon, S., Plattner, G., Knutti, R., Friedlingstein, P., 2009. *Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions*. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(6): 1704–1709. Doi: 10.1073/pnas.0812721106
- UNFCCC, 2005. *The United Nations Framework Convention on Climate Change*. Retrieved November 15, 2005.
- Smith, J., Schneider, S., Oppenheimer, M., Yohe, G., Hare, W., Mastrandrea, M., Patwardhan, A., Burton, I., Corfee-Morlot, J., Magadza, C., Fuessel, H., Pittcock, A., Rahman, A., Suarez, A., van Ypersele, J.P., 2009. *Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern"*. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(11): 4133–4137. Doi: 10.1073/pnas.0812355106
- Van den Eynde, D., De Sutter, R., Francken, F., Haelters, J., Maes, F., Ozer, J., Polet, H., Ponsar, S., Reyns, J., Van der Biest, K., Vanderperren, E., Verwaest, T., Volckaert, A., Willekens, M., 2011. *Evaluation of climate change impacts and adaptation responses for marine activities*, Final Report. Brussels: Belgian Science Policy 2011 – 100 pp. (Research Programme Science for a Sustainable Development)
- Van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembeinder, J., Burgers, G., Komen, G., Hazeleger, W., Drijfhout, S., 2006.

- KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands, de Bilt, Netherlands, Royal Dutch Meteorological Institute (KNMI)*. (Available: <http://www.knmi.nl/klimaatsscenarios/knmi06/achtergrond/WR23mei2006.pdf>)
- Van Drunen, M., Berghout, F., 2009. *Applying socio-economic scenarios in climate assessments*, Report W-09/15, Institute for Environmental Studies (IVM), VU University Amsterdam, 22 pp.
- Van Steertegem M., (eindred.), 2009. *Milieuverkenning 2030*, Milieuraapport Vlaanderen, VMM, Aalst.
- Van Weverberg, K., De Ridder, K., Van Rompaey, A., 2008. *Modeling the Contribution of the Brussels Heat Island to a Long Temperature Time Series*. In: Journal of Applied Meteorology and Climatology, 47, 976-990.
- Vandenbohede, A., Courtens, C., Lebbe, L., De Breuck, W., 2010. *Fresh-salt water distribution in the central Belgian coastal plain: an update*. In: Geologica Belgica, 13: 163-172.
- Vandenbohede, A., Lebbe, L., Gysens, S., Delecluyse, K., Dewolf, P., 2008. *Salt water infiltration in two artificial sea inlets in the Belgian dune area*. In: Journal of hydrology, 360: 77-86.
- Vandenbohede, A., Van Houtte, E., Lebbe, L., 2009. *Sustainable groundwater extraction in coastal areas: a Belgian example*. In: Environmental geology, 57: 735-747.
- Vanderkimpen, P., F. Pereira, et al. (2012). Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 5. Zoutintrusie kanaal Gent-Terneuzen. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium. 724\_04.
- Vellinga, P., 2011. *Hoezo klimaatverandering - feiten, fabels en open vragen*, Uitgeverij Balans, Amsterdam, Nederland, 159 pp.
- ## Hoofdstuk 4
- Adriaens, T., Peymen, J., Decler, K., 2007. *Natuurverbindinggebieden in Vlaanderen: ecologische achtergronden, afbakening en mogelijke inrichting*. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2007(14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel. 160 pp.
- Ahmad, Q., Anisimov, O., Arnell, N., Brown, S., Burton, I., Campos, M., 2001. *Summary for policymakers*. Climate change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. IPCC – Working Group II.
- Antrop, M., 1989. *Het landschap meervoudig bekeken*. Antwerpen: Uitgeverij Pelckmans
- Antrop, M., 2001. *De landschapsatlas, Methode*. In: Hofkens, E. and Roosens, I., Eds. Nieuwe impulsen voor de landschapszorg. De landschapsatlas, baken voor een verruimd beleid. Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Monumenten en Landschappen; 2001: 21-43.
- Antrop, M., 2007. *Perspectieven op het landschap. Achtergronden om landschappen te lezen en te begrijpen*, Academia Press, Gent, 322 pp.
- Batelaan, O., De Smedt, F., 2007. *GIS-based recharge estimation by coupling surface-subsurface water balances*, In: Journal of Hydrology, 337(3-4): 337-355.
- Batey, T., 2009. *Soil compaction and soil management – a review*, In: Soil Use and Management 25(4): 335-345.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., 2007. *IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report*, Fourth Assessment Report (4AR), IPCC.
- Brits, E., Boone, I., Bart, V., Dispas, M., Van Oyen, H., Van der Stede, Y., Van Nieuwenhuyse, A., 2009. *Climate Change and Health - Set-up of monitoring of potential effects of climate change*, Brussels: Unit Environment and Health.
- Council of Europe, 2000. *The European Landscape Convention*. Strasbourg.
- De Smedt, F., Meyus, Y., Adyns, D., Woldeamlak, S., Batelaan, O., 2004. *Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel*. Eindrapport, Vrije Universiteit Brussel - Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Opdrachtgever: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL -afdeling Water, Brussel, 81 pp.
- De Troch, F. and N. Lust, 2001. *Vlaams impulsprogramma natuurontwikkeling: Modelleren van de impact van vegetatie (heide, loofbos, naaldbos) van infiltratiegebieden op de waterkwaliteit in stroombekkens*. Universiteit Gent. Lab.voor Hydrologie en Waterbeheer; Lab.voor Bosbouw
- Demolder, H., Peymen, J., 2011. *Natuurindicatoren 2011. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M. 2011.2, Brussel.
- Desmyttere, H., Dries, L., 2002. *Natura 2000: Promoting the socio-economic benefits of Natura 2000*. Case Study in the 'Pond Complex of Central-Limburg'.
- DOV, 2012. Databank Ondergrond Vlaanderen, <http://www.dov.vlaanderen.be/geonetwork/srv/nl/main.home>



- Europees Parlement, 2012. *European Parliament resolution of 20 April 2012 on our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020* (2011/2307(INI)) <http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/2020.htm>
- Fanger, 1970. In: Maiheu, B., De Ridder, K., Lauwaert, D., 2011. *Hittekaart voor Tilburg*. Mol, Vito.
- Feyen, J., Muys, B., Lust, N., Lemeur, R., Van Slycken, J., 2001. *Vlaams impulsprogramma natuurontwikkeling: kwantitatieve analyse van de verdamping van bossen in vergelijking met weide en akkerland*. [S.l.]: UGent; KU.Leuven; IBW 2001.
- Füssel, H., Klein, R., 2006. *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*. In *Climatic Change* 75(3): 301-329.
- Givoni, 1963. In: Maiheu, B., De Ridder, K., Lauwaert, D., 2011. *Hittekaart voor Tilburg*. Mol, Vito.
- Gobin, A., Uljee, I., Van Esch, L., Engelen, G., de Kok, J., van der Kwast, H., Hens, M., Van Daele, T., Peymen, J., Van Reeth, W., Overloop, S., Maes, F., 2009. *Landgebruik in Vlaanderen*. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, NARA 2009, VMM/INBO, INBO.R.2009.2.
- Griffiths, G., Porter, J., Simmons, E., Warnock, S., 2004. *The Living Landscapes Project: landscape character and biodiversity. Final Report*. Northminster House, Peterborough, 65 pp.
- Hamdi, R., Schayes, G., 2008. *Sensitivity study of the urban heat island intensity to urban characteristics*. In: *International Journal of Climatology*, 28: 973-982. (available: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>)
- Hansen, J., Mki. Sato, 2012. *Paleoclimate implications for human-made climate change*, In: *Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects*. A. Berger, F. Mesinger, and D. Šijački, Eds. Springer, pp. 21-48, doi:10.1007/978-3-7091-0973-1\_2.
- Homma, S., Tokeshi, H., Mendes, L., Tsai, S., 2012. *Long-term application of biomass and reduced use of chemicals alleviate soil compaction and improve soil quality*, *Soil & Tillage Research* 120: 147-153.
- Johnson, G., Oke, T., Lyons, T., Steyn, D., Watson, I., Voogt, J., 1991. *Simulation of surface urban heat islands under conditions at night part 1: Theory and tests against field data*. In: *Boundary-Layer Meteorology*, 56: 275-294.
- Joos, I., 2012. *Hitte-stress in de stad: Hou het hoofd koel met (meer) groen!* Bachelorproject aan de faculteit bio-ingenieurswetenschappen. Gent, Universiteit Gent.
- Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A., Knop, E., Kovács, A., Marshall, E., Tschernitz, T., Verhulst, J., 2009. *On the relationship between farmland biodiversity and land use intensity in Europe*, *Proc. Roy. Soc. Lond. B* 276, 903-909.
- Maiheu, B., 2011. *Hittekaart voor Tilburg*, Eindrapport, Mol, Vito. 96 pp.
- Massop, H., van Bakel, P., Kroon, T., Kroes, J., Tiktak, A., Werkman, W., 2005. *Op zoek naar de ware neerslag en verdamping*, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1158. Reeks Milieu en Landelijk gebied 28.
- MEA, 2005. *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human well-being: current state and trends*. Washington, Island press.
- Meersmans, J., De Ridder, F., et al., 2008. *A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium)*. In: *Geoderma* 143(1-2): 1-13.
- Meeus, J., 1995. *Pan – European landscapes*. In: *Land-scape and urban planning*, 18: 289-352.
- Merot, P., Hubert-Moy, L., Gascuel-Odoux, C., Clement, B., Durand, P., Baudry, J., Thenail, C., 2006. *A Method for Improving the Management of Controversial Wetland*, In: *Environmental Management* 37(2): 258-270.
- Michielsen, S., Pereira, F., Mostaert, F., 2012. *Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: deelrapport 2. Analyse van het huidige watergebruik*, Versie 3.0. WL Rapporten, 724\_04. Antwerpen, Waterbouwkundig Laboratorium.
- MIRA, 2011. *Milieurapport Vlaanderen, Achtergrond-document 2011 Vermesting*. Overloop, S., Bossuyt, M., Claeys, D., D'hooghe, J., Elsen, A., Eppinger, R., Wustenberghs, H., Vlaamse Milieumaatschappij, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be).
- MIRA, 2012. (online) <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/milieuthemas/waterkwantiteit/grondwaterstand/grondwaterstand/>
- Mücher, C., Bunce, R., Jongman, R., Klijn, J., Koomen, A., Metzger, M., Wascher, D., 2003. *Identification and characterisation of environments and landscapes in Europe*. Alterra – rapport 832, Wageningen, 119 pp.
- Naveh, Z., Lieberman, A., 1994. *Landscape ecology: Theory and application*. New York: Springer - Verlag
- O'Farrell, P., Anderson, P., 2010. *Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation*. *Current Opinion* In: *Environmental Sustainability* 2(1-2): 59-65.

- Opdam, P., Verboom, J., Pouwels R., 2003. *Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity*. In: Landscape ecology 18: 113-126.
- RSV, 2004. *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen*. Gecoördineerde versie (april 2004), Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.
- Ruhoff, A., Castro, N., Risso, A., 2011. *Numerical Modelling of the Topographic Wetness Index: An Analysis at Different Scales*, In: International Journal of Geosciences, Vol. 2 No. 4, pp. 476-483. doi: 10.4236/ijg.2011.24050.
- Schroevens, P. (ed.), 1982. *Landschapstaal – Een stelsel van basisbegrippen voor de landschapsecologie*. Reeks landschapsstudies, Centrum voor landbouwpublishaties en landbouwdocumentatie, Wageningen.
- Thom, E., 1959. *The discomfort index*, In: Weatherwise, 12: 57-60.
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., Vandermeer, J., Whitbread, A., 2012. *Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification*. In: Biological Conservation 151(1): 53-59.
- Van Dorp, D., Canters, K., Kalkhove, J., Laan, P., 1999. *Landschapsecologie - Natuur en landschap in een veranderende samenleving*. Amsterdam: Boom.
- Van Eetvelde, V., 2007. *Van geografische strekenkaart tot landschapsdatabank. Gebruik van GIS, informatietheorie en landschapsmetrieken voor het karakteriseren van landschappen, toegepast op België*. Gent: Universiteit Gent, Vakgroep Geografie, Doctoraatsproefschrift.
- Van Eetvelde, V., Antrop, M., 2009. *A stepwise multi-scaled landscape typology and characterisation for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium*. In: Landscape and urban planning, 91: 160-170.
- Van Ranst, E., Sys, C., 2000. *Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen*. Laboratorium voor bodemkunde, Gent.
- Verhofstede, B., Van Cauwenberghe, H., De Sutter, R., Allaert, G., 2012. *Vooronderzoek naar het Urban Heat Island effect, case study op schaal van Gent, België*, Gent: Universiteit Gent.
- Vlaamse regering, 2010. *Waarheen met ons milieu?: ontwerp milieubeleidsplan 2011-2015*. geraadpleegd op <http://www.lne.be/> op 20/03/2011.
- Vonk, M., Vos, C., van der Hoek, D., 2010. *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur*. Den Haag/Bilthoven, Planbureau voor de Leefomgeving / Wageningen UR.
- Voogt, J., 2000. *How Researchers Measure Urban Heat Islands*, Department of Geography, University of Western Ontario. (Presentation) Available: [http://www.epa.gov/heatisld/resources/pdf/EPA\\_How\\_to\\_measure\\_a\\_UHI.pdf](http://www.epa.gov/heatisld/resources/pdf/EPA_How_to_measure_a_UHI.pdf) <http://heatisland.lbl.gov/>, 11/06/2011
- Vreboos, D., Staes, J., Meire, P., 2010. *The effects of sewage systems on upstream area allocation within a Catchment*, Conference proceedings of HydroPredict 2010: 2nd International Interdisciplinary Conference on “Predictions for Hydrology, Ecology, and Water Resources Management: Changes and Hazards caused by Direct Human Interventions and Climate Change”; 20-23 September 2010, Prague, Czech Republic.
- Zonneveld, J., 1985. *Levend land – De geografie van het Nederlandse landschap*, Utrecht/Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema

## Hoofdstuk 5

- Araujo, M., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P., 2004. *Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods*. In: Global Change Biology 10(9): 1618-1626.
- Dupont, L., Van Eetvelde, V., 2010. *Effecten van potentiële klimaatverandering op het landschap op lokale schaal aan de hand van case studies in het Denderbekken*. Onuitgegeven Masterproef, Universiteit Gent.
- Füssel, H., 2007. *Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research*. In: Global Environmental Change, 17: 155-167.
- Füssel, H., Klein, R., 2006. *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*, Climatic Change 75(3): 301-329.
- Hodgson, J., Thomas, C., Wintle, B., Moilanen, A., 2009. *Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics*. In: Journal of Applied Ecology 46(5): 964-969.
- MIRA-T, 2007. *Focusrapport – Hoofdstuk 11*, Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Van Reeth, W., *Milieu en Natuur – anticiperen op klimaatverandering en invasieve soorten*. (available: <http://www.milieurapport.be>)
- Timmerman, 1981. In: Füssel, H., Klein, R., 2006. *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*, Climatic Change 75(3): 301-329.

## DEEL II – ONTWERPEND ONDERZOEK

### Inleiding

- Blom, G., Paulissen, M., Geertsema, W., Agricola, H., 2009. *Klimaatverandering in drie casestudiegebieden. Integratie van adaptatiestrategieën voor landbouw en natuur*, Wageningen UR, Wageningen, 74 pp.
- Campbell, H., 2006. *Is the Issue of Climate Change too Big for Spatial Planning?*, In: Planning theory and practice 7(2):201-230.
- Meirlaen, A., 2009. *Het Vlaamse landschap roept om een sterk ontwerp*, In: Ruimte 3:18-23.
- Schreurs, J., 2006. *Ontwerpend onderzoek: een constante zorg*, In: Boudry, L., Loeckx, A., Van den Broeck, J., Coppens, T., Patteeuw, V., Schreurs, J., eds., *Inzet, Opzet, Voorzet, stadsprojecten in Vlaanderen*. Antwerpen – Apeldoorn: Garant Uitgevers.
- Wilson, E., 2006. *Adapting to Climate Change at the Local Level: The Spatial Planning Response*, Local Environment 11(6):609-625.

## A – DE KEMPEN

### Hoofdstuk 6

- Antrop, M., Van Damme, S., 1995. *Landschapszorg in Vlaanderen; onderzoek naar criteria en wenselijkheden voor een ruimtelijk beleid met betrekking tot cultuurhistorische en esthetische waarden van de landschappen in Vlaanderen*, Gent: Universiteit Gent, vakgroep Geografie.
- Baetens, J., Van Eerdenbrugh, K., 2005. *Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen*, Deelopdracht 1: Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën.: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.
- Baeyens, L., 1969. *Verklarende tekst bij het Kaartblad Geel 45 E, Bodemkaart van België*, Instituut tot aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw.
- Bogaert, D., 2004. *Natuurbeleid in Vlaanderen. Natuurontwikkeling en draagvlak als vernieuwingen?* Niet gepubliceerd proefschrift. Katholieke Universiteit van Nijmegen.
- Bosch, A., 2009. *Canalise the Meuse! Do it. Now or never!*, Aspects of the struggle for the improvement of the Meuse in the Dutch province of Limburg (1839–1925). In: *Physics and Chemistry of the Earth, Parts*

A/B/C, 34, 109-118.

- Burny, J., 1999. *Bijdrage tot de historische ecologie van de Limburgse Kempen (1910-1950). Tweehonderd gesprekken samengevat*, Maastricht, Stichting Natuurpublicaties Limburg van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg (Nederland).
- De Backer, P., Geudens, G., 2009. *Stuivend zand van de Kempen. Landduinen*, Kempens Landschap vzw.
- De Blust, G., 2012. *Heide* [Online]. Brussel: Instituut voor natuur- en bosonderzoek. Available: [http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=BIO\\_HEI\\_start](http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=BIO_HEI_start) [Accessed 11.10.2012 2012].
- Denis, J., (ed), 1992. *Geografie van België*. Gemeentekrediet, Brussel.
- Driesen, P., Deckers, J., Spaargaren, O., 2001. *Lecture notes on the major soils of the world*. World Soil Sources Resources Report.
- Kinsbergen, A., 1991. *Van vergeten uithoek tot vooruitstrevend ontwikkelingsgebied*, De opgang van de Antwerpse Kempen. Antwerpen: Provincieraad van Antwerpen.
- Monkhouse, F., 1949. *The Belgian Kempenland*, Liverpool, The University Press.
- Nuffel, S., 2000. *Inventaris van de relictten van de traditionele landschappen van Vlaanderen. "Landschapsatlassen" wat, waarom, waartoe en hoe Toelichtingsrapport voor de professionele gebruiker*, Brussel: Ondersteunend centrum GIS Vlaanderen.
- Paulissen, E., Molemans, J., Theuwissen, J., 2006. *De begrenzing van de Kempen*, Mededelingen van de Vereniging voor Limburgse Dialect en Heemkunde, 25.
- Van Acker, M., 2010. *Kanalen en kolonies in de Kempen*, In: Ruimte 6, 72-77.
- Van den Broeck, J., 2012. *Een schizofrene wet*, In: Ruimte, 13, 26-31.
- Van der Veken, B., Oostvogels, E., Matthé, J., Vandenbussche, D., 2010. *Dossier ter aanvraag van een voorlopige erkenning voor Regionaal Landschap Kleine en Grote Nete vzw*. Antwerpen: Regionaal landschap Kleine en Grote Nete vzw en provincie Antwerpen.

### Hoofdstuk 7

- Andreae, M., Merlet, P., 2001. *Emission of trace gases and aerosols from biomass burning*, In: Global Biogeochem. Cycles, 15, 955-966.
- Baetens, J., Van Eerdenbrugh, K., 2005. *Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen*, Deelop-

- dracht 1: Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën.: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.
- Birot, Y., Vgracia, C., Plahi, M. (eds.), 2011. *Water for forests and people in the mediterranean region - A challenging balance*, Joensuu, Finland: European Forest Institute.
- Boosten, M., De Groot, C., Van den Briel, J., 2009. *Inventarisatie van de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden op de Veluwe*, Wageningen, Stichting Probos.
- Couture, S., Reynaud, A., 2011. *Forest management under fire risk when forest carbon sequestration has value*. In: Ecological Economics, 70, 2002-2011.
- De Sutter, R., 2002. *Prognose van het totaal waterverbruik in Vlaanderen tot 2020*, Gent: Ecolas.
- Den Ouden, J., Muys, B., Mohren, F., Verheyen, K., 2010. *Bosecologie en bosbeheer*, Leuven: Acco.
- Droogers, P., Immerzeel, W., Schoonderwoerd, H., 2007. *Klimaatverandering en bossen: Modelanalyse voor landgoed Slangenburg*, Wageningen: FutureWater.
- Graham, R., McCaffrey, S., Jain, T., 2004. *Science Basis for Changing Forest Structure to Modify Wildfire Behavior and Severity*, Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Grieten, K., 2011. *Ontwikkeling van een beoordelingsinstrument voor klimaatgevoeligheid van bossen*. Geel.
- Hazebroek, H., 2001. *Modern terreinbeheer in natuurgebieden. Brandrisico's en brandbestrijding*, Arnhem: Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding.
- Hazebroek, H., Helsloot, I., 2001. *Modern terreinbeheer in natuurgebieden: brandrisico's en brandbestrijding*, In: Nibrapublicatiereeks 12.
- House-Peters, L., Chang, H., 2011. *Modeling the impact of land use and climate change on neighborhood-scale evaporation and nighttime cooling: A surface energy balance approach*, In: Landscape and urban planning, 103, 139-155.
- Langmann, B., Duncan, B., Textor, C., Trentmann, J., Van der Werf, G., 2009. *Vegetation fire emissions and their impact on air pollution and climate*, In: Atmospheric Environment, 43, 107-116.
- LVN 2008. *Bronnenboek natuurbrandbeheersing*. Landelijke vakgroep natuurbrandbeheersing.
- Miranda, A., Coutinho, M., Borrego, C., 1994. *Forest fire emissions in Portugal: A contribution to global warming?* In: Environmental Pollution, 83, 121-123.
- OBV, 2007. *Verzeeringsreglement Onderlinge Bossen Verzekering* [Online]. Arnhem: Onderlinge Bossen Verzekering. Available: <http://www.bossenverzekering.nl/afbeeldingen/page/OBV06f3.2%20Verzeeringsreglement%20Nieuw.pdf> [Accessed 28/08/2010 2010].
- Sevenant, M., Menschaert, J., Couvreur, M., Ronse, A., Antrop, M., Geypens, M., Hermys, M., De Blust, G., 2002. *Ecodistricten: Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen*, Deelrapport III: Afbakening van ecodistricten en ecoregio's: Toetsing en karakterisatie van ecodistricten op basis van bestaande indelingen. Studieopdracht in het kader van actie 134 van het Vlaams Milieubeleidsplan 1997-2001. Brussel: In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Milieu, Natuur, Land- en Waterbeheer.
- Stuiver, B., Verbesselt, J., 2010. *Bosbrand*, In: Den Ouden, J., Muys, B., Mohren, F., Verheyen, K. (eds.), *Bosecologie en bosbeheer*. Leuven: Acco.
- Van Turnhout, C., Brouwer, E., Nijssen, M., Stuijzand, S., Vogels, J., Siepel, H., Esselink, H., 2008. *Herstelmaatregelen in heideterreinen. Invloed op de fauna*, Nijmegen: Ministerie van LNV.
- Vlaamse Milieumaatschappij, 2012a. *Grondwaterstandindicator freatisch grondwater Augustus 2012* [Online]. Databank Ondergrond Vlaanderen. Available: <https://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/3grondwaterstandindicator.html>.
- Vlaamse Milieumaatschappij, 2012b. *Grondwaterstandindicator freatisch grondwater Februari 2012* [Online]. Databank Ondergrond Vlaanderen. Available: <https://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/3grondwaterstandindicator.html>.
- Wijdevan, S., Schelhaas, M., Olsthoorn, A., Bijlsma, R., Kramer, K., 2006. *Bosbrand en terreinbeheer - een verkenning*, Kennisvraag. Wageningen: Alterra.
- Williams, K., Joynt, J., Payne, C., Hopkins, D., Smith, I., 2012. *The conditions for, and challenges of, adapting England's suburbs for climate change*. In: Building and Environment, 55, 131-140.
- Woldeamlak, S., Batelaan, O., De Smedt, F., 2004. *Effects of Climate Change on the Groundwater Systems of the Grote Nete Catchment, Belgium*, Proceedings of the International Conference on Finite Element Models, MODFLOW, and More: Solving Groundwater Problems. September, 13-16, Karlovy Vary, Czech Republic.

## Hoofdstuk 8

- Batelaan, O., Van Campenhout, A., Asefa, T., De Smedt, F., Triest, L., 2002. *Kwel- en infiltratie in het landinrichtingsproject Grote-Netegebied: Karakterisering door middel van hydrologische modellering, vegetatiekartering en GIS*. Brussel: Vrije Universiteit Brussel, Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde.
- Bauters, M., Spiessens, B., Van den Berge, S., 2011. *Ecosysteemdiensten: prachtig concept, maar ook bruikbaar in de praktijk?* Bachelor, UGent.
- Berten, R., Hermans, P., Paelinckx, D., 2000. *Biologische Waarderingskaart: kaartbladen 3-9-17*, Brussel: Instituut voor Natuurbehoud.
- De Backer, P., Geudens, G., 2009. *Stuivend zand van de Kempen*. Landduinen, Kempen Landschap vzw.
- De Blust, G., 2012. *Heide* [Online]. Brussel: Instituut voor natuur- en bosonderzoek. Available: [http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=BIO\\_HEI\\_start](http://www.inbo.be/content/page.asp?pid=BIO_HEI_start) [Accessed 11.10.2012 2012].
- De Haan, A., 2011. *De Grote Nete en het paraboolduin-complex tussen Meerhout en Geel*, Brussel: VIOE.
- Jacobs, M., 2002. *Landschap 3: Het ware, juiste en waarachtige landschap*, Wageningen: Alterra/Expertisecentrum Landschapsbeleving, Wageningen UR.
- Kinsbergen, A., 1991. *Van vergeten uithoek tot vooruitstrevend ontwikkelingsgebied*, De opgang van de Antwerpse Kempen. Antwerpen: Provincieraad van Antwerpen.
- Selman, P., 2006. *Planning at The Landscape Scale*, London, Routledge Taylor & Francis Group.
- Stewart, W., Liebert, D., Larkin, K., 2004. *Community identities as visions for landscape change*, In: Landscape and urban planning, 69, 315-334.
- Tallier, P., 1999. *Een nieuwe geschiedenis van het bos in België van het einde van de 18<sup>de</sup> eeuw tot 1914. Pleidooi voor een globale benadering*. In: Castryck, G., Decaluwe, M., Interdisciplinaire studiedagen de spanning tussen economie en ecologie, G. (eds). *De relatie tussen ecologie en economie: gisteren, vandaag en morgen. Jaarboek ecologische geschiedenis 1998*. Gent: Academia, 1999.
- Van Acker, M., 2011. *From flux to frame, the infrastructure project as a vehicle of territorial imagination and a instrument of urbanization in Belgium since the early 19<sup>th</sup> century*, Doctoraat, Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Planning, Katholieke Universiteit Leuven.
- Van der Veken, B., Oostvogels, E., Matthé, J., Vandebussche, D., 2010. *Dossier ter aanvraag van een*

*voorlopige erkenning voor Regionaal Landschap Kleine en Grote Nete vzw*. Antwerpen: Regionaal landschap Kleine en Grote Nete vzw en provincie Antwerpen.

- Verboven, H., Verheyen, K., Hermys, M., 2004. *"Tot nut van het algemeen..." Over gemene heidegebieden in het Turnhoutse (15<sup>de</sup> - 19<sup>de</sup> eeuw)*. Natuur, focus, Natuurpunt.
- Vereniging Bos in Vlaanderen, 2006. Citaat uit: Willems, E., 2010. *Impact van diverse beleidsinitiatieven en planingsacties op de karakteristieke Kempense naaldbossen vanuit landschappelijk standpunt*. Bijzonder Vraagstuk: stedenbouw, ruimtelijke planning en onderzoek. 13 pp.
- VLM, 2003. *Landinrichtingsproject grote Netegebied: Eindvoorstel inrichtingsplan Geel-Bel*, Herentals: Vlaamse Landmaatschappij.

## Hoofdstuk 9

- Aitken, C., Chapman, R., McClure, J., 2011. *Climate change, powerlessness and the commons dilemma: Assessing New Zealanders' preparedness to act*, In: Global Environmental Change, 21, 752-760.
- Baetens, J., Van Eerdenbrugh, K., 2005. *Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen*, Deelopdracht 1: Inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën.: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.
- Bomans, K., Dewaelheyns, V., Gulinck, H., 2011. *The spatial importance of gardens: a regional perspective*. In: Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H., (eds.), *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*. Antwerp: Garant Publishers.
- Boogert, D., 1991. *De Visie Landschap 1991: op weg naar een kwalitatief hoogwaardig landschap*. In: Tijdschrift voor landschapsecologie en milieukunde, '91, 153.
- Departement Ruimtelijke Ordening, W. E. O. E., Afdeling Ruimtelijke Planning, 2010. *Planeringsprocessen voor landbouw, natuur en bos. Vallei van de Grote Nete van Zammels Broek tot Heist-op-den-Berg (Geel, Heist-op-den-Berg, Herenthout, Herselt, Hulshout, Laakdal, Nijlen en Westerlo) (overlegproces opgestart in december 2010)* [Online]. Brussel. Available: <http://www.rsv.vlaanderen.be/web/nl/planningsprocessen/Buitengebied/Neteland>.
- Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H. (eds.), 2011b. *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*, Antwerp: Garant Publishers.

- Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H., 2011a. *Gardens in environmental perspective: fertilizers and organic residues in gardens*. In: Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H. (eds.), *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*. Antwerp: Garant Publishers.
- Een, 2011. *Dieren in Nesten*, [Online]. Brussel: Vlaamse Radio- en Televisieomroep.
- Elsen, A., Deckers, S., Vandendriessche, H., 2011. *Soil fertility in domestic and public gardens in Flanders: the state of the art*. In: Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H. (eds.), *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*. Antwerp: Garant Publishers.
- Goddard, M., Dougill, A., Benton, T., 2010. *Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments*. In: *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 90-98.
- Hazebroek, H., 2001. *Modern terreinbeheer in natuurgebieden. Brandrisico's en brandbestrijding*, Arnhem: Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding.
- Hermij, M., Claessens, B., 2011. *Gardens and plant biodiversity: Noah's ark or mixed blessing?* In: Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H. (eds.), *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*. Antwerp: Garant Publisher.
- Kos, H., 2009. *Van meenten tot marken. Een onderzoek naar de oorsprong en ontwikkeling van de Gooise marken en de gebruiksrechten op de gemene gronden van de Gooise markegenoten (1280-1568)*. Doctor aan de Universiteit Leiden, Universiteit Leiden.
- Lauwers, D., Bleumink, P., Gonnissen, G., Houthaeve, R., Scheurman, G., 2003. *Nadere uitwerking Economisch Netwerk Albertkanaal - deel 2 Advies van de stuurgroep – gebiedsgerichte benadering en Actieprogramma*, In opdracht van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Ruimtelijk Planning. Brussel.
- Lörzing, H., 1982. *De angst voor het nieuwe landschap*, 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.
- Natuurpunt vzw, 2008. *Natuurpunt campagnes en acties*, [Online]. Mechelen. Available: [http://www.natuurpunt.be/nl/doe-mee/campagnes-en-acties\\_2789.aspx](http://www.natuurpunt.be/nl/doe-mee/campagnes-en-acties_2789.aspx).
- Plante and Cité, 2012. *Label ecojardin* [Online]. Available: <http://www.label-ecojardin.fr/>.
- Roe, J., Ward Thompson, C., 2011. *The 'green edge' in urban streets: the impact of urban gardens and street trees on people's health and well-being*. In: Dewaelheyns, V., Bomans, K., Gulinck, H. (eds.), *The Powerful Garden. Emerging views on the garden complex*. Antwerp: Garant Publishers.
- Runhaar, J., Maas, C., Meuleman, A., Zonneveld, L., 2000. *Herstel van natte en vochtige ecosystemen*, Wageningen: Alterra.
- Sijmons, D., Sijmons, H., 1991. *Het casco-concept: een benaderingswijze voor de landschapsplanning*, Informatie- en Kenniscentrum/NBLF.
- Vara, 2012. *Tuinreservaten* [Online]. Omroepvereniging VARA. Available: <http://www.tuinreservaten.nl> en <http://vroegevogels.vara.nl/Tuinreservaten.806.0.html>.
- Velt vzw, 2008. *Ecologisch Leven en Tuinieren* [Online]. Berchem. Available: [http://www.velt.be/joomla/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://www.velt.be/joomla/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1).
- Walljasper, J., 2010. *All that we share. A field guide to the commons*, New York, The New Press.

## B – DE KUST

### Hoofdstuk 11

- Alley, R., Marotzke, J., Nordhaus, W., Overpeck, J., Peteet, D., Pielke, R., Pierrehumbert, R., Rhines, R., 2003. *Abrupt climate change*. In: *Science*, 299, 2005-2010.
- Baeteman, C., 1999. *The Holocene depositional history of the IJzer Palaeo-valley (western Belgian coastal plain) with reference to the factors controlling the formation of intercalated peat beds*. In: *Geologica Belgica*, 2: 39-72.
- Baeteman, C., 2007. *De ontstaansgeschiedenis van onze kustvlakte*, In: *De Grote Rede*, 18: 2-10.
- Baeteman, C., Waller, M., Kiden, P., 2011. *Reconstructing middle to late Holocene sea-level change: A methodological review with particular reference to 'A new Holocene sea-level curve for the southern North Sea'*, presented by K.-E. Behre. In: *Boreas*, 40: 557-572.
- Bonte, D., Provoost, S., 2004. *Dieren en planten van onze duinen: een rijk palet aan soorten in een uniek landschap*. In: *Grote Rede*, 10: 8-12.
- Bonte, D., Provoost, S., 2005. *Laat het zand maar waaien, waarom stuivende duinen onze kust zo bijzonder maken*. In: *Grote Rede*, 14: 12-16.
- Brunsdon, D., 2001. *A critical assessment of the sensitivity concept in geomorphology*, In: *Catena*, 42, 99-123.
- Burkett, V., Wilcox, D., Stottlemeyer, R., Barrow, W., Fagre, D., Baron, N., Price, J., Nielsen, J., 2005. *Non-linear dynamics in ecosystem response to climate change: Case studies and policy implications*. In: *Ecological Complexity*, 2, 357-394.

- Denys, L., Baeteman, C., 1995. *Holocene Evolution of Relative Sea-Level and Local Mean High Water Spring Tides in Belgium - a First Assessment*, In: Marine Geology, 124, 1-19.
- Doyle, T., Day, R., Biagras, J., 2003. *Predicting coastal retreat in the Florida Big Bend region of the Gulf Coast under climate change induced sea-level rise*. In: Ning, Z., Turner, R., Doyle, T., Abdolahi, K., (ed.) *Integrated Assessment of the Climate Change Impacts on the Gulf Coast region. Foundation Document*. Baton Rouge: Louisiana State University Press.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Pachauri, R.K., Reisinger, A., core writing team (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Lotze, H., Lenihan, H., Bourque, B., Bradbury, R., Cooke, R., Kay, M., Kidwell, S., Kirby, M., Peterson, C., Jackson, J., 2006. *Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas*. In: Science, 312, 1806-1809.
- Nicholls, R., Wong, P., Burkett, V., Codignotto, J., Mclean, R., Ragoonaden, S., Woodroffe, C., 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scavia, D., Field, J., Boesch, D., Buddemeier, R., Burkett, V., Cayan, D., Fogarty, M., Harwell, M., Howarth, R., Mason, C., Reed, D., Royer, T., Sallenger, A., Titus, J., 2002. *Climate change impacts on US coastal and marine ecosystems*. In: Estuaries, 25, 149-164.
- Uyttenhove, P., Notteboom, B., Vanbelleghem, D., Van Bouwel, I., Massart, J., Charlier, G., Kempnaers, J., 2006. *Recollecting landscapes: herfotografie, geheugen en transformatie: 1904-1980-2004*, Gent, A&S/books.
- Van Acker, M., 2011. *From flux to frame, the infrastructure project as a vehicle of territorial imagination and an instrument of urbanization in Belgium since the early 19<sup>th</sup> century*, Doctoraat, Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Planning, Katholieke Universiteit Leuven.
- Verhulst, A., 1966. *Het landschap in Vlaanderen in historisch perspectief*, Antwerpen, De Nederlandsche Boekhandel.
- Verhulst, A., Gottschalk, M., 1980. *Transgressies en occupatiegeschiedenis in de kustgebieden van Nederland en België*, Gent, Belgisch centrum voor landelijke geschiedenis.
- Williams, K., Ewel, K., Stumpf, R., Putz, F., Workman, T., 1999. *Sea-level rise and coastal forest retreat on the west coast of Florida*. In: Ecology, 80, 2045-2063.

## Hoofdstuk 12

- Allaert, G., Leinfelder, H., Vanden Abeele, P., Verhoestraete, D., 2006. *Hoe boeren agrarische ondernemers werden: naar een ruimtelijke planning van agro-industriële landschappen op maat van aanwezige dynamieken*. In: Ruimte en planning: tijdschrift voor ruimtelijke planning, stedenbouw en huisvesting, 26, 10-23.
- Aminal, 2000. *Herstelprogramma voor de Sokkel*, Ontwerp. AMINAL Afdeling Water, Brussel.
- Brouwers et al., 2008. *MIRA, 2008. Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument Klimaatverandering 2007*. Brouwers J., De Nocker L., Schoeters K., Moorkens I., Jespers K., Aernouts K., Beheydt D., Vanneuville W., Vlaamse Milieumaatschappij, april 2008.
- Brouwers, J., Peeters, B., Willems, P., Deckers, P., De Maeyer, Ph., De Sutter, R., Vanneuville, W., 2009. *Chapter 11 'Climate Change and Water Systems'*, In Flanders environment report 2009. Environmental Outlook 2030. Van Steertegem (ed.). VMM. Aalst. <http://www.milieurapport.be/nl/publicaties/milieu-verkenning-2030>.
- De Breuck, W., 1991. *Toegepaste Geologie en Hydrologie, partim grondwater*, Gent, Universiteit Gent.
- De Sutter, R., 2002. *Prognose van het totaal waterverbruik in Vlaanderen tot 2020*. Gent: Ecolas nv.
- De Sutter, R., Ingle, R., Verhofstede, B., De Moel, H., Bouwer, L., Stragier, F., Staes, J., Van Beveren, T., Van Eetvelde, V., 2011. *Integrated assesment of spatial climate change impacts in Flandres - mirrored to the Dutch experiences*, Gent: AMRP, Ghent University.
- Degans, H., Baten, I., Cabus, P., Martens, K., Raymaekers, F., Vanhille, A., Voet, M., Vanneuville, W., 2006. *Waterhuishouding. Overstromingen in een wijzigende omgeving*. In: Van Steertegem, M. (ed.) *Milieurapport Vlaanderen - Focusrapport*. Heverlee-Leuven: Vlaamse Milieumaatschappij en Uitgeverij Lannoo.
- Degans, H., Lermytte, J., D'Hont, D., De Bie, E., Martens, K., Michielsens, S., D'Hooghe, J., Wustenberghs, H., Huybrechts, W., 2007. *Waterhuishouding. Watervoorraden onder druk*, In: Van Steertegem, M. (Ed.) (2007). *Milieurapport Vlaanderen MIRA-T 2007. Focusrapport*. pp. 199-215.



- D'Hooghe, J., Wustenberghs, H., Lauwers, L., 2007. *Inschatting van het watergebruik in de landbouw*, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieu-maatschappij, MIRA, MIRA/2007/04. ILVO.
- DLV, 2008. *Water op het landbouwbedrijf*. In: Vlaamse Overheid, D. L. E. V., Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling (ed.), Brussel.
- GOM (ed.), 2004. *Alternatieven voor diep grondwater in West-Vlaanderen*, Actiepuntennota. GOM West-Vlaanderen. Kenniscentrum Rationeel Waterbeheer.
- Gysels, H., 1993. *De landschappen van Vlaanderen en Zuidelijk Nederland. Een landschapsecologische studie*, Leuven/Apeldoorn: Garant.
- Hermens, P., Van Der Salm, J., Van Der Zwet, C., 2010. *A Working Landscape for New Orleans*, Master, Wageningen.
- Madsen, M., Kristensen, S., Fretner, C., Busck, A., Jorgensen, G., 2010. *Urbanization of rural areas: A case study from Jutland, Denmark*. In: Danish Journal of Geography, 110, p. 47-63.
- Ongena, O., 2010. *Een geschiedenis van het sociaaleconomisch overleg in Vlaanderen (1945-2010)*, Gent: Academia Press.
- Landbouw en Visserij, 2012. *Evolutie van het aantal landbouwbedrijven en van de gemiddelde oppervlakte cultuurgrond in Vlaanderen, 2000-2010*. In: Vlaamse Overheid, D. L. E. V., Afdeling Monitoring en Studie (ed.). Brussel.
- Provoost, T., 1997. *De IJzer: een kleine stroom met een groot verleden*. In: Water: Tijdschrift over Waterproblematiek, 97: 233-238.
- Pylyser, H., 2011. *Interview op 18 november 2011 met de Ontvanger-griffier van de polder Noordwatering-Veurne*.
- Sacijs, H., Santbergen, L., 1998. *Waterschaarste Schelde stroomgebied neemt zorgelijke vormen aan. Bijdrage aan een langetermijnvisie op waterverdeling, inrichting en gebruik*. In: Water, Tijdschrift over Waterproblematiek, 103: 346-357.
- Soens, T., 2009. *De Spade in de dijk? Waterbeheer en rurale samenleving in de Vlaamse kustvlakte (1280-1580)*, Gent: Academia Press.
- Tempels, B., Verbeek, T., Pisman, A., Allaert, G., 2012. *Open ruimte in verstedelijkt Vlaanderen. Een vergelijkende studie naar vier onderschatte ruimtegebruiken*. In: Bouma, G., Filius, F., Vanempen, E., eds. *Meer...met minder...?! PlanDag 2012*, Amsterdam, Nederland. Stichting Planologische Discussiedagen, 470-481.
- Thoen, E., 2001. *A medieval 'commercial survival economy' in evolution. The Flemish countryside and the transition debate*. In: Hoppenbrouwers, P., Van Zanden, J. (RED.) (eds.) *Peasants into farmers? The Netherlands and the Brennerdebate*. Turnhout: CORN Publication Series, 4.
- Thoen, E., Soens, T., 2003. *Waterbeheer in de Vlaamse kustvlakte in de Late Middeleeuwen en het Ancien Régime: van landschapsgeschiedenis naar ecologische geschiedenis*. In: Soens, T., Thoen, E., (ED.) (eds.) *Tussen politiek, economie en ecologie: waterbeheer in het verleden. Jaarboek voor Ecologische Geschiedenis*. Gent: Academia Press.
- THV Vlaamse Baaien (ed.), 2010. *Vlaamse Baaien. Veilig, natuurlijk, aantrekkelijk, duurzaam, ontwikkelend*, Oostende, DEME.
- Van Damme, L., 1997. *Een overzicht van het waterkwantiteitsbeheer in het IJzerbekken: de IJzer*, In: Water, Tijdschrift over Waterproblematiek, 97: 245-247.
- Van den Berghe, K., 2012. *De hydrologische cyclus in de Belgische kustzone en -polders: de ruimtelijke relatie tussen oppervlakte- en grondwater, de drinkwaterproductie en de afvalwaterzuivering*. Masterthesis, Vakgroep Geografie, Universiteit Gent, Gent.
- Van der Biest, K., Verwaest, T., Reyns, J., Mostaert, F., 2009. *CLIMAR deelrapport 2, kwantificatie van de de secundaire gevolgen van de klimaatverandering in de Belgische kustvlakte*, Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen.
- Van Hecke, E., Meert, H., 2006. *Clusteranalyse met betrekking tot de diversiteit van het Vlaamse Platte-land, Duurzame productie- en consumptiepatronen*. Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, Instituut voor Sociale en Economische Geografie.
- Vanneste, D., Thomas, I., Goossens, L., 2007. *Woning en woonomgeving in België*. Brussel: FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie.
- Vereecken, H., Peeters, P., Ronsyn, J., Balduck, J., Mostaert, F., 2008. *Waterbeheer in Oost- en West-Vlaanderen - bevaarbare waterlopen*, WL Rapporten, Mod 726/2. Antwerpen, België: Waterbouwkundig Laboratorium & Afdeling Bovenschelde.
- Verhetsel, A., Witlox, F., Tierens, N., 2003. *Jongeren en wonen in Vlaanderen. Woon situatie, woonwensen en woonbehoefte*, Antwerpen, NV De Boeck.
- Verhoeve, A., De Roo, N., 2008. *Economische dynamiek en ruimtelijke kwaliteit op het platteland*, Gent, Academia Press.



- Vlaamse Overheid, 2011. *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen*, gecoördineerde versie 2011. Brussel: Vlaamse Overheid, Departement Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed, afdeling Ruimtelijke Planning.
- VMM, 2006. *Grondwaterbeheer in Vlaanderen: het onzichtbare water doorgrond*. Aalst: Vlaamse Milieu-maatschappij.
- VMM, 2012. *Watertoets* [Online]. <http://geo-vlaanderen.agiv.be/geo-vlaanderen/watertoets2012>: Afdeling Operationeel Waterbeheer. 2012].
- Walraevens, K., Lebbe, L., De Ceukelaire, M., Van Houtte, E., De Breuck, W., Marras, F., 1994. *Influence on groundwater quality of the Paleozoic Brabant Massif in Belgium due to overexploitation*. Groundwater Quality Management, Tallinn, Estonia.
- Zeebroek, I., Tys, D., Baeteman, C., 2002. *Van schorre tot slagveld: een verkenning van het landschap van Testerep, Leffinge en Oostende van de vroege Middeleeuwen tot het beleg van Oostende (1601-1604)*, Provincie West-Vlaanderen: Brugge, Instituut voor het Archeologisch Patrimonium.
- Zwaenepoel, A., Verhaeghe, F., 2011. *De Broeken van de IJzer- en de Handzamevallei*, OC-ANB, Ondersteunend Centrum van het Agentschap voor Natuur en Bos: Brussel. xiv, 350 pp.
- Hoofdstuk 13**
- Afdeling Kust, 2011. *Masterplan Kustveiligheid* (a. v. M. D. e. K. Vlaamse overheid, afdeling Kust, ed.), Oostende.
- Bauer, U., 2008. *Das Verhältnis von Stadt und Fluss neu definierer: Die Hafencity Hamburg* In: Standort - Zeitschrift für Angewandte Geographie, 32: 40-44.
- Bogaert, D., De Waen, D., 2008. *Het Provinciaal Ruimtelijk Uitvoeringsplan (PRUP) Strand en Dijk, Een analyse van het besluitvormingsproces*, In: *Kustzonebeleid: samen in zee? beleidsprocessen voor Belgische mariene beschermde gebieden en het Provinciaal Ruimtelijk Uitvoeringsplan Strand en Dijk* (D. Bogaert, Cliquet, A., Maes, F., ed.), Maklu, Antwerpen.
- Bonte, D., Provoost, S., 2004. *Dieren en planten van onze duinen: een rijk palet aan soorten in een uniek landschap*, In: Grote Rede, 10: 8-12.
- Bonte, D., Provoost, S., 2005. *Laat het zand maar waaien, waarom stuivende duinen onze kust zo bijzonder maken*, In: Grote Rede, 14: 12-16.
- Brown, A., McLachlan, A., 2002. *Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025*, In: Environmental Conservation, 29(01): 62-77.
- BUUR, 2010, Ontwerpbundel Albertstrand.
- Clybouw, K., Boterberge, R., Caestecker, F., Gobyn, R., 1987. *Te kust en te kuur: badplaatsen en kuuroorden in België 16<sup>de</sup>-20<sup>ste</sup> eeuw*, ASLK, Brussel, 316 pp.
- Cornilly, J., 2008. *Modern bouwen tussen strand en duin: bouwen aan de Belgische kust in de periode 1945-1975*, Provincie West-Vlaanderen. Dienst voor cultuur, Brugge, 159 pp.
- De Moor, G., 2006. *Het Vlaamse strand : geomorfologie en dynamiek*, VLIZ, Oostende, 154 pp.
- Departement RWO, 2012. *Vlaanderen in 2050: mensenmaat in een metropool?: Groenboek beleidsplan ruimte Vlaanderen*, Departement RWO: Brussel. 84 pp.
- Depuydt, F., Verstaen, G., Decretion, J., 1995. *Fascinerende landschappen van Vlaanderen en Wallonië in kaart en beeld*, Davidsfonds, Leuven, 272 pp.
- Eurosion, 2004. *Living with coastal erosion in Europe: Sediment and Space for Sustainability*, Part II – maps and statistics, version 29 may 2004.
- IPCC CZMS, 1990. *Strategies for Adaptation to Sea-level rise*, Ministry of Transport, Public Works and Water management (the Netherlands).
- Klein, R., Tol, R., 1997. *Adaptation to Climate Change: Options and Technologies - An Overview Paper*, UNFCC Secretariat, 37 pp.
- Lofvers, W., Steinarsson, O., Dooghe, D., van Bergen, J., (ed.), 2008. *Zilte ProefTuin*, InnovatieNetwerk - Duurzaam Ondernemen, Utrecht, 108 pp.
- Meijsmans, N., 2000. *De transformatie van de stadsrand. De aanzet voor een samenhangende ontwikkeling van stad en land*, Masterproef in de Stedenbouw en Ruimtelijke planning, Katholieke Universiteit Leuven.
- Reyns, J., Verwaest, T., Mostaert, F., 2011. *Een veilige kust, ook in de toekomst*, In: De Grote Rede 30: 15-18.
- Scheerder, M., Van Mispelaar, A., 2001. *Zuidplas, van polder naar waterlandschap. Meervoudig ruimtegebruik in de Zuidplaspolder*. Delft: Vereniging Deltametropool.
- Smit, A., Vogelzang, T., Lenssinck, F., Westerhof, R., Oude Boerrigter, P., Jansen, E., Jansen, P., Hack-ten

- Broecke, M., de Blaeij, A., ed., 2012. *Ecosysteemdiensten in de Westelijke Veenweiden* Alterra, Wageningen, 65 pp.
- Stive, M., Aarninkhof, S., Hamm, L., Hanson, H., Larson, M., Wijnberg, K., Nicholls, R., Capobianco, M., 2002. *Variability of shore and shoreline evolution*, In: Coastal Engineering (47): 211-235.
- Terwel, L., Van Duin, H., Stroeken, F., 2009. *Oppolderen!* Rapportage van een analyse, Startdocument voor de workshop oppolderen. Innovatienetwerk.
- THV Vlaamse Baaien (ed.), 2010. *Vlaamse Baaien. Veilig, natuurlijk, aantrekkelijk, duurzaam, ontwikkelend*, Oostende, DEME.
- Uyttenhove, P., 2011. *Stadland België, hoofdstukken uit de geschiedenis van de stedenbouw*, A&S books, Gent.
- Van Acker, M., 2011. *From flux to frame, the infrastructure project as a vehicle of territorial imagination and a instrument of urbanization in Belgium since the early 19<sup>th</sup> century*, Doctoraat, Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Planning, Katholieke Universiteit Leuven.
- Van der Biest, K., Verwaest, T., Reyns, J., Mostaert, F., 2009. *CLIMAR deelrapport 2, kwantificatie van de de secundaire gevolgen van de klimaatverandering in de Belgische kustvlakte*, Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen.
- Van Gastel, F., 2006. *Waterboer in Aqua Valley. Een fijnmazig waterbergingsnetwerk ingeweven in de schaalvergroting van de landbouw*, In: Faculteit Bouwkunde, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 87 pp.
- Wilsens, S., 1969. In: ASLK, 1987. *Te kust en te kuur. Badplaatsen en kuuroorden in België, 16-20<sup>de</sup> eeuw*, ASLK, Brussel, 168 pp.
- Hoofdstuk 14**
- Afdeling Kust, 2011. *Masterplan Kustveiligheid* (a. v. M. D. e. K. Vlaamse overheid, afdeling Kust, ed.), Oostende.
- Bleker, H., 2010. *Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan*. Programmadirectie Natura 2000, PDN/2010-327.
- De Mesel, I., Smit, C., Craeymeersch, J., Wijsman, J., 2009. *Evaluatie effectiviteit gesloten gebieden in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta*, IMARES, Wageningen, Universiteit Wageningen.
- De Moor, G., 2006. *Het Vlaamse strand: geomorfologie en dynamiek*, VLIZ, Oostende, 154 pp.
- Du Four, I., Schelfaut, K., Vanheteren, S., Van Dijk, T., Van Lancker, V., 2006. *Geologie en sedimentologie van het Westerschelde-mondingsgebied*, In: Coosen, J., Mees, J., Seys, J., Fockedey, N., (ed.) *Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald*, Oostende: Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ).
- European Commission Maritime Affairs and Fisheries, 2011. *Maritime Spatial Planning in the EU-Achievements and Future Development*, Brussels: European commission. Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries.
- Geldof, C., Janssens, N., 2010. *Maritieme ruimtelijke planning: Kritische visievorming en het belang van de commons*, In: Ruimte & maatschappij jaargang 1, 3: 20-39, Antwerpen: Garant.
- Israel, C., 2001. *Kust2005, definitiestudie Westerschelde-mond*. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ).
- Maes, F., Schrijvers, J., Vanhulle, A., (ed.), 2005. *Een zee van ruimte: GAUFRE: naar een ruimtelijk structuurplan voor het duurzaam beheer van de Noordzee*, Brussel: Federaal wetenschapsbeleid.
- Martens, C., 2012. Interview op maandag 27 februari 2012 in Afdeling Maritieme Toegang te Gent.
- Peters, J., 2006. *Belang van de Vlakte van de Raan voor de morfologische evoluties van het Schelde-Estuarium*, In: Coosen, J., Seys, J., Fockedey, N. (ed.) *Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald*, Oostende: Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ).
- Provincie Zeeland, 2006. *Kustplan Zuidwest-Walcheren, uitwerking van het omgevingsplan*.
- Reyns, J., Verwaest, T., Mostaert, F., 2011. *Een veilige kust, ook in de toekomst*, In: De Grote Rede, 30: 15-18.
- Roggema, R., 2009. *Adaptation to climate change: a spatial challenge*, New York, Springer.
- Termote, J., 2006. *De Vlakte van de Raan in historisch-geografisch perspectief*, In: Coosen, J., Mees, J., Seys, J., Fockedey, N., (ed.) *Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald*, Oostende: Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ).
- THV Vlaamse Baaien (ed.), 2010. *Vlaamse Baaien. Veilig, natuurlijk, aantrekkelijk, duurzaam, ontwikkelend*, Oostende, DEME.
- Van Eck, B., (Ed.), 1999. *De Scheldeatlas: een beeld van een estuarium*. Rijksinstituut voor Kust en Zee/Schelde Informatiecentrum: Middelburg. 120 pp.
- Van Lancker, V., Baeye, M., Du Four, I., Janssens, R., Rabaut, M., Legrand, S., Van Den Eynde, D., 2012. *Annex 3. Long-term disposal of dredged material alters sig-*

nificantly prevailing hydrographic conditions? A discussion based on the *Vlakte van de Raan*, Belgian-Dutch coastal zone. In: Van Lancker, V., Baeye, M., Du Four, I., (ed.) *Quantification of Erosion/Sedimentation patterns to Trace the natural versus anthropogenic sediment dynamics (QUEST4D). Final Report*. Brussels: Belgian Science Policy (BELSPO).

Vlaamse Overheid, 2011. *Actie voor 2020!* Het toekomstplan voor Vlaanderen in uitvoering, Brussel.

Wauters, E., Coudere, K., Van Dyck, M., Engels, D., Versieren, J., Neuteleers, C., 2007. *Plan-MER voor de binnenvaartverbinding Seine-Schelde West*, Waterwegen en Zeekanaal nv, A.B. (ed.).

Zeebrugge, P., 2011. *Jaarverslag 2011*. Port Authority, Zeebrugge.

## Collectieve slotsom

Deltacommissie, 2008. *Samen werken met water*, Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Delta Commissie.

Departement RWO, 2012. *Vlaanderen in 2050: mensenmaat in een metropool?: Groenboek beleidsplan ruimte Vlaanderen*, Departement RWO: Brussel. 84 pp.

Masters, J., 2009. *How much will global sea level rise this century?*, (available: <http://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/>).

Nicholls, R., Wong, P., Burkett, V., Codignotto, J., Mclean, R., Ragoonaden, S., Woodroffe, C., 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Roggema, R., 2009. *Adaptation to climate change: a spatial challenge*, New York, Springer.

Selman, P., 2006. *Planning at The Landscape Scale*, London, Routledge Taylor & Francis Group.

## DEEL III – KLIMAAT ALS BELEIDSUITDAGING

### Hoofdstuk 15

Bulkeley, H., 2006. *A changing climate for spatial planning*. In: Planning Theory and Practice, vol. 7, 2: 203–214.

Campbell, H., 2006. *Is the issue of climate change too big for spatial planning*. In: Planning Theory and Practice, vol. 7, 2: 201–203.

Gualini, E., 2001. *Planning and the intelligence of institutions*. Interactive approaches to territorial policy-making between institutional design and institution-building Ashgate.

Halsnaes, K., 2006. *Climate change and planning*. In: Planning Theory and Practice, vol. 7, 2: 227–230.

Healey, P., 1999. *Institutionalist analysis, communicative planning and shaping places*. In: Journal of planning education and research, 19: 11–112.

Jessop, B., 2001. *Institutional (re)turns and the strategic-relational approach*. In: Environment and planning A, 33: 1213–1235.

Moulaert, F., 2005. *Institutional economics and planning theory. A partnership between ostriches*. In: Planning theory, 4:21–32.

Parra, C., 2010. *The governance of ecotourism as a socially innovative force for paving the way for more sustainable paths. The Morvan regional park case*, Ongepubliceerde doctoraatsthesis aan de Université des Sciences et Technologies de Lille.

Servillo, L., Van den Broeck, P., 2012. *The social construction of planning systems. A strategic-relational institutionalist approach*. In: Planning Practice and Research, 27 (1): 41–61.

Swyngedouw, E., 1999. *Modernity and hybridity: nature, regeneracionismo, and the production of the Spanish water-cape, 1890 – 1930*. In: Annals of the Association of American Geographers, 89(3), p. 443 - 465, Blackwell Publishers.

Van den Broeck, P., 2010. *De sociale constructie van planningsinstrumenten. Onderzoek naar de socio-technische dynamiek in het 'Eerste Kwartier' in Antwerpen*. Unpublished thesis, K.U.Leuven, Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Ordening.

Van den Broeck, P., Kuck, A., Verachttert, K., 2011. *Analyse van het Vlaams Instrumentarium voor Ruimtelijke Planning en Ontwikkeling*, Werkpakket 10, Voortgangsrapport 4, Analyse van het vergunningensysteem 1999–2009.

### Hoofdstuk 16

Bruyninckx, H., 2010. *De perverse effecten van Europa's emissiehandel*, Opiniestuk voor De Morgen van 20 mei 2010, p. 22.

Jones, P., 2008. *Ecologie, duurzaamheid en ethiek*, Pleidooi voor een ethiek van in G. De Mol (Ed.), *De houdbaarheid van duurzaamheid*, SPK, Turnhout, 2008, pp. 73–86.

- LNE, 2006. *Het klimaat verandert. U ook?*, Het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012.
- Van der Heijden, H., 2004. *De milieubeweging in de twintigste eeuw*, BTNG/RBHC, XXXIV, 3: 445-483.

## Hoofdstuk 17

- Anselin, M., Blanquart, G., Demeyere, C., Lauwereys, J., Mortelmans, J., Vanden Borre, P., Van Havre, D., 1967. *Themanummer over verkavelingen*, Stero, publicatie voor stedenbouw en ruimtelijke ordening, 1.
- Bogaert, D., 2004. *Natuurbeleid in Vlaanderen. Natuurontwikkeling en draagvlak als vernieuwingen?* Niet gepubliceerd proefschrift aan de Katholieke Universiteit van Nijmegen.
- Boone M., Deneckere, G., 2010. *Gent: stad van alle tijden*, Mercatorfonds, Antwerpen.
- Feys, T., 2011. *30 jaar OVAM, De openbare afvalmaatschappij in historisch perspectief*, Academia Press, Gent.
- Merckaert, A., 2008. *De sociale constructie van een ruimtelijk structuurplan voor Vlaanderen*, Unpublished thesis, Artesis Hogeschool Antwerpen, Departement Ontwerpwetenschappen, Opleiding Master in de Stedenbouw en Ruimtelijke Planning.
- Renard, P., 1995. *Wat kan ik voor u doen?*, Ruimtelijke wanorde in België: een hypotheek op onze toekomst, Icarus, Antwerpen.
- Ryckewaert, M., 2007. *Working in the functional city. Planning the economic backbone of the Belgian welfare state 1945-1973*, Doctoraat, Departement Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Planning, Katholieke Universiteit Leuven.
- Van der Heijden, H., 2004. *De milieubeweging in de twintigste eeuw*, BTNG/RBHC, XXXIV, 3: 445-483.

## Hoofdstuk 18

- Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., 2007. *IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report*, Fourth Assessment Report (4AR), IPCC.
- Bouma, J., 2001. *Handorakel voor toekomstonderzoek*, NRO, NRLO en RMNO.

- Francken, W., 2012. *Memorandum VLARIO naar aanleiding van de gemeenteraadsverkiezingen*. VLARIO-dag 2012.
- Geldof, C., Janssens, N., 2007. *Van ontwerpmatig denken naar onderzoek*, In: Dehullu, E., Dudal, R., Geldof, C., Vandermaliere, K. (ed.) *Architect / Ontwerper / Onderzoeker?*, *Casus Mare Meum: een oefening op de zee*. Antwerpen: VAI.
- Jasanoff, S., Colwell, R., Dresselhaus, M., Goldman, R., Greenwood, M., Huang, A., Lester, W., Levin, S., Linn, M., Lubchenco, J., 1997. *Conversations with the community: AAAS at the Millennium*, Science, 278, 2066.
- Jones, P., 2008. *Ecologie, duurzaamheid en ethiek*, Pleidooi voor een ethiek van in G. De Mol (Ed.), *De houdbaarheid van duurzaamheid*, SPK, Turnhout, 2008, pp. 73-86.
- Ostrom, E., Burger, J., Field, C., Policansky, D., 1999. *Revisiting the Commons; Local Lessons, Global Challenges*. In: Science, 284: 278-282.
- Rauch, W., Seggelke, K., Brown, R., Krebs, P., 2005. *Integrated Approaches in Urban Storm Drainage: Where Do We Stand*, In: Environmental Management, 35, 396-409.
- Schauvliege, J., 2012. *Toespraak van Joke Schauvliege*, Vlaams Minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur op VLARIO-trefdag - Antwerp Expo, Antwerpen.
- Shannon, K., De Meulder, B., d'Auria, V., Gosseye, J., 2008. *Water Urbanisms* Amsterdam Academia: SUN.
- Uyttenhove, P., Bulckaen, T., Beeckmans, L., Vandewiele, D., Mels, K., Naudts, N., De Vree, D., 2012. *Eindrapport 9: Ontwerpend Onderzoek als ondersteuning van ruimtelijke scenario's en beleidsinstrumenten*, Steunpunt Ruimte en Wonen, Gent.

## Besluit

- Allaert, G., 2012. *Veerkracht als leidend concept voor analyse en toekomstig ruimtelijk beleid*, Steunpunt Ruimte Workshop, Brussel, 23 mei 2012.
- David, P., 2012. *Het schuurtje is rijp voor de sloop*, Speciaal Nummer 50 jaar wet op de Stedenbouw, Ruimte, nr. 13, p. 80.